جامعة النجاح الوطنية

كلية الدراسات العليا

التحليل الاقتصادي لاستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نموذج العدادات الذكية

حالة دراسية: حرم جامعة النجاح

اعداد

ايهاب "محمد علي" عبد الرحمن طنطاوي

اشراف

د. شاكر خليل

د. ايهاب حجازي

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في إدارة السياسة الاقتصادية بكلية الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية في نابلس، فلسطين

2017

التحليل الاقتصادي لاستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نموذج العدادات الذكية حالة دراسية: حرم جامعة النجاح

اعداد

ايهاب "محمد علي" عبد الرحمن طنطاوي

نُوقشت هذه الطروحة بتاريخ 1 / 3 / 2017 وأُجيزت.

أعضاء اللجنة المناقشة	التواقيع
– د. شاكر خليل / مناقشاً ومشرفاً	....
– د. إيهاب حجازي / مشرفاً ثانياً	....
– أ. د. محمود الجعفري / ممتحناً خارجياً	....
– د. عماد بريك / ممتحناً داخلياً	....

الإهداء

أهدي هذه الدراسة والجهد الذي بذلته لتحصيل نتائجها

إلى أمتي الإسلامية أولاً فكلي أمل أن أرى بلاد المسلمين آمنة متقدمةً على غرار التقدم الموجود حالياً في دول الغرب والمتمثل في المدن الذكية،

إلى نبع الحب و الحنان أمي

إلى والدي المعطاء الذي أستمد منه القوة و العزة

إلى من اخترتها شريكة لي في حياتي

إلى اخواني و أخواتي و أصدقائي

إلى زملائي في برنامج إدارة السياسات الاقتصادية

إلى أسرتي الثانية في البنك الاسلامي الفلسطيني

إلى كل من وقف بجانبي و ساعدني على اتمام هذا العمل

الشكر و التقدير

الحمد لله حمد الشاكرين، والحمد لله في كل وقت وحين على أن وفقني لإتمام عملي المتواضع هذا ، و أتقدم بخاص الشكر و الاحترام و التقدير لمن غمرني بالفضل و النصح و تفضل علي بقبول الإشراف على رسالة الماجستير الدكتور الفاضل شاكر خليل و إلى مشرفي الثاني الدكتور ايهاب حجازي الذي لم يتوانى يوما عن تقديم الإرشاد و النصح، و لجنة الإشراف الذين أغنت ملاحظاتهم و حضورهم الرسالة . و الشكر الجزيل لكافة أعضاء الهيئة التدريسية في كلية الاقتصاد الذين كانوا منارة هذا الدرب، كما كان من الواجب علي تقديم الشكر و التقدير لكل من وقف بجانبي و ساعدني و يسر هذه المسيرة من أهل و أصدقاء و زملاء

الإقرار

أنا الموقع أدناه مقدم الرسالة التي تحمل العنوان

التحليل الاقتصادي لاستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نموذج العدادات الذكية حالة دراسية: حرم جامعة النجاح

أقر بأن ما شملت عليه الرسالة هو نتاج جهدي الخاص, باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد, وأن هذه الرسالة ككل أو أي جزء منها لم يقدم من قبل لنيل أي درجة أو لقب علمي أو بحثي لدى أي مؤسسة علمية أو بحثية

Declaration

The work provided in this thesis, unless otherwise referenced, is the researcher's own work, and has not been submitted elsewhere for any other degrees or qualifications.

Student's Name:	**اسم الطالب:**
Signature	**التوقيع:**
Date	**التاريخ:**

قائمة المحتويات

قائمة الرسوم التوضيحية

قائمة الجداول

التحليل الاقتصادي لاستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نموذج العدادات الذكية

حالة دراسية: حرم جامعة النجاح

اعداد

ايهاب "محمد علي" عبد الرحمن طنطاوي

اشراف

د. شاكر خليل

د. ايهاب حجازي

الملخص

التقليل من استهلاكات الطاقة الكهربائية كانت ولا تزال محط اهتمام الباحثين لعدة أسباب منها ما يتعلق بتخفيض الفاتورة وتقنين الاستهلاكات ومنها ما يتعلق بأمور بيئية من تخفيض الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق، ولم يقتصر الاهتمام بتوفير الطاقة على الباحثين فحسب بل أصبح ومنذ تسعينات القرن الماضي موضع اهتمام أممي شاركت فيه كافة شرائح المجتمع، و مرد هذا الاهتمام ينبع في الأساس إلى ركيزتين اقتصاديتين تتمحوران حول ندرة الموارد ووجوب الاستغلال الأمثل لهذه الموارد.

تعد عملية رفع الوعي لدى المستخدمين حجر الأساس لأي خطة تهدف الى تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية لذلك لا بد من الاهتمام بتلك الأدوات التي يمكن أن تقيّم استهلاك المستخدم و تبرز مواطن الإفراط في هذا الاستهلاك ولعل أنجع الحلول التي وُجِدت من أجل تحقيق هذه الغاية هي التغذية الراجعة والتي يتم الحصول عليها من خلال العدادات الذكية .

تقدم هذه الدراسة تحليلا معمقاً لاستهلاكات الطاقة الكهربائية باستخدام تطبيقات المدن الذكية، وتقترح حلولا تواكب روح ثورة المدن الذكية باستخدام العدادات الذكية، وتستند في تطبيقاتها على دراسة حالة جامعة النجاح الوطنية – الحرم الجديد، و توصلت الدراسة إلى توصية مفادها ضرورة استبدال نظام العدادات التقليدية بنظام العدادات الذكية لما له من أثر في توفير الاستهلاكات وآثار تنظيمية وبيئية أخرى، حيث أثبتت الدراسة وجود إهدار للطاقة الكهربائية إذ بلغ إجمالي البلغ المترتب على الاستهلاك خارج أوقات الدوام لكلية الهندسة على سبيل المثال 190 شيقل في يوم

واحد فقط كذلك بلغت قيمة استهلاك الإنارة الخارجية لمباني الجامعة ما يقارب 900 ألف شيقل سنوياً إذ يمكن و بالاعتماد على تطبيقات التكنولوجيا الذكية توفير جزء كبير من هذه المبالغ، وتبرز أهمية هذه الدراسة في أنها فتحت الباب لإجراء دراسات عديدة تتناول تحليل استهلاكات المنافع العامة باستخدام الطرق الذكية التي تواكب روح العصر في مدن أكثر شمولية واتساعا.

الفصل الأول

الفصل التمهيدي

1.1 مقدمة الفصل

في الآونة الأخيرة شغلت قضايا الاستغلال الأمثل للموارد بشكل عام وقضية توفير الطاقة الكهربائية بشكل خاص الرأي العام في شتى دول العالم حيث أثبتت البحوث والتجارب أن الترشيد الفعلي لاستهلاك الطاقة يكون على مستويين رئيسين مستوى الدول و الحكومات و الآخر على مستوى المستخدمين النهائيين، على مستوى الدول تم الدفع باتجاه اعتماد نموذج المدن الذكية كأساس عند التخطيط لتشييد المدن والأحياء الجديدة أو ترميم وإصلاح الإنشاءات القديمة، حيث تمتاز المدن الذكية باستخدام التكنولوجيا الحديثة والتي تفضي إلى الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، و من مميزاتها أيضا تعزيز السيطرة والتحكم ناهيك عن استشعار المشكلات والكوارث قبل حصولها باستخدام أجهزة الاستشعار المتعددة و التي يعتمد مدى فعاليتها على استمرارية البحث والتطوير، أما على مستوى الأفراد فقد بدأت الدورات والنشرات التثقيفية والبرامج والمنتجات تستهدف هذه الفئات و تعطيهم درجة بالغة من الأهمية .

وينصب اهتمام هذا البحث على دراسة سبل التحكم و السيطرة على تزايد استهلاك الكهرباء عبر تحليله اقتصاديا باستخدام تطبيقات التكنولوجيا الذكية (عدادات الكهرباء الذكية)، سيتم اعتماد حرم جامعة النجاح كموقع للدراسة لإجراء التحليلات الإقتصادية لاستهلاكات الكهرباء فيها ومن ثم سيتم استخدام تطبيقات التكنولوجيا الذكية من أجل تزويدنا ببيانات حقيقية للاستهلاك حتى يتسنى لنا معرفة الخلل الاقتصادي في استهلاكات الكهرباء داخل حرم الجامعة إن وُجد.

في هذه الدراسة سيتم البحث عن أفضل الأساليب و التقنيات الذكية التي من الممكن أن تقلل من معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية في حرم الجامعة، إذ أن المبالغ التي تدفع لتغطية فاتورة الكهرباء من قبل الجامعة فاقت ثلاثة ملايين شيقل سنوياً، وفي ظل النتائج التي تم تعميمها في أبحاث السابقة التي تحدثت عن تقليل في معدلات الاستهلاك بنسب تفوق الـ 25% في متوسطها

سنقوم ببحث إمكانية الوصول لنتائج مشابهة وبالتالي توفير مبالغ لا يستهان بها من ميزانية الجامعة. (بيانات غير منشورة لجامعة النجاح الوطنية ، 2016) (Gans et al., 2011)

2.1 هدف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل استهلاك الكهرباء في مرافق وكليات جامعة النجاح من خلال البيانات التاريخية المتوفرة و كذلك باستخدام تطبيق تكنولوجي ذكي يتم من خلاله التعرف على نمط ومعدلات هذا الاستهلاك في خطوةٍ لتسهيل مهمة ضبط وتقنين استهلاك الطاقة الكهربائية في هذه المرافق و الكليات عبر إبراز مواطن الإهدار في استهلاك الطاقة الكهربائية إذا ما تم إثبات وجود اهدار للطاقة و ليس نهايةً بتسليم هذه النتائج الى الجهات المعنية داخل الجامعة.

3.1 أهمية الدراسة و مميزاتها

تبرز أهمية إجراء هذه الدراسة في ظل ارتفاع أسعار الطاقة الكهربائية ناهيك عن مشكلة الاحتباس الحراري و تصدرها للمشاكل البيئية العالمية، حيث سنقوم في هذه الدراسة بتسليط الضوء على المواطن التي يثبت فيها وجود إهدار للطاقة و تقديمها إلى إدارة الجامعة بهدف ترشيد الاستهلاك.

وتجمع هذه الدراسة بين اثنين من العلوم التطبيقية سيتم توظيفهما بما وصلا اليه من تطور وتقدم للسيطرة على استهلاك الطاقة الكهربائية ألا و هما علم الاقتصاد وعلم البرمجيات، حيث ان الدراسات التي بحثت مشكلة استهلاك الكهرباء متنوعة و كثيرة إلا أن القليل منها دمج بين توظيف التكنولوجيا الذكية لضبط استهلاك الكهرباء بالاعتماد على تحليلات اقتصادية لهذا الاستهلاك .

وتعتبر هذه الدراسة هي الأولى من نوعها التي تدرس إمكانية تطبيق نموذج المدن الذكية داخل حرم جامعة النجاح، مما يفتح الباب للباحثين في المجالات المختلفة التي تُعنى بالمدن الذكية وتطبيقاتها للتعرف على نتائج هذه الدراسة والتركيز على الجوانب الأخرى التي لم يتم بحثها .

4.1 مجتمع الدراسة

تم اعتماد الحرم الجديد في جامعة النجاح الوطنية كمجتمع للدراسة .

5.1 مشكلة الدراسة

ازداد استهلاك الكهرباء عبر الزمن مما شكل تحديا لتقليل هذا الاستهلاك إذ أن هذه الزيادة تلقي بظلالها بشكل سلبي على البيئة بدايةً وليس نهايةً بالتكاليف المادية المترتبة على هذه الزيادة حيث أن اسعار الكهرباء لا زالت مرتفعة في معظم دول العالم، و بالنسبة لمجتمع الدراسة وهو جامعة النجاح فإن المبلغ الذي يدفع سنوياً لتغطية تكاليف استهلاك الكهرباء يقارب أربعة ملايين شيقل؛ مما أوجد لنا دافع للعمل على تقليل وضبط هذا الاستهلاك من خلال تحليله اقتصاديا وذلك باستخدام تقنيات التكنولوجيا الذكية، وحيث أن معظم الدراسات التي أجريت حول تقنين استهلاك الكهرباء برهنت امكانية تخفيض معدلات الاستهلاك الى ما يقارب 30% اذا ما تم التأثير على السلوك البشري و معالجة مواطن الافراط في الاستهلاك، فإننا نهدف من خلال هذا البحث إلى دراسة سبل خفض استهلاك الجامعة من الطاقة الكهربائية بنسبة 30% و الذي يعني توفير مبلغ 1,200,000 شيقل سنوياً يمكن استخدامه في تطوير مرافق الجامعة و رفع كفاءة التعليم فيها و تحقيق أهدافها الاستراتيجة و التوسعية .

إن الأساليب المتبعة للتحكم في الطاقة الكهربائية داخل حرم الجامعة تعتمد في الأساس على الطرق التقليدية اليدوية و التي تدار من قبل العنصر البشري، و هذا ينافي مبدائ ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية حيث أثبت الدراسات الحديثة استبدال العنصر البشري بالتكنولوجيا الذكية لغرض إدارة الطاقة الكهربائية في جميع الدول المتقدمة بعد أن أثبتت التكنولوجيا الذكية كفائتها و قللت من معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بنسب كبيرة في هذه الدول.

6.1 منهجية الدراسة

تم استخدام المنهج التحليلي الوصفي لبيانات استهلاكات الكهرباء في جامعة النجاح. حيث تم الاعتماد على مصدرين للبيانات:

–البيانات الثانوية: حيث قامت جامعة النجاح بتزويدنا باستهلاكات الجامعة من الكهرباء، وهذه البيانات على شكل Panel Data، حيث تم تزويدنا ببيانات لعدة سنوات وعلى مستوى أبنية وكليات الجامعة المختلفة ليتسنى لنا تحليلها وبناء مقارنات وتحديد العوامل التي تؤدي الى تزايد استهلاكات الكهرباء في الحرم الجامعي.

– البيانات الأولية: والتي تم أخذها من خلال تركيب العدادات الذكية وأخذ البيانات منها، حيث أن هذه البيانات كانت بيانات فورية وتحليلها تم من خلال برامج فورية يتبعها إصدار أوامر فنية لضبط هذا الاستهلاك من خلال تطبيقات التكنولوجيا الذكية، حيث تم تركيب عداد ذكي في كلية الهندسة لمدة 24 ساعة و بعدها تم تحليل الاستهلاك الذي تم خلال هذه الفترة.

ويمكن تفصيل المنهجية كالتالي:

- حرم الجامعة: تم اعتماد حرم جامعة النجاح كمركز لجمع البيانات و لاختبار تطبيقات التكنولوجيا الذكية فيها و بعدها سيتم نشر و تعميم النتائج التي وصلنا لها على مساحات أوسع.
- بيانات استهلاك الكهرباء في جامعة النجاح لكل مبنى: تم جمع بيانات استهلاك الكهرباء الخاصة بجامعة النجاح للسنوات السابقة و ركزنا على السنوات المتقدمة منها و من ثم قمنا بتحليل هذا الاستهلاك اقتصاديا.
- تحليل البيانات: بعد الحصول على البيانات التي تخص استهلاك الكهرباء لجامعة النجاح من خلال التطبيق الذي تم تثبيته في الحرم الجامعي الجديد تم تحليل هذه البيانات و الوقوف عند استهلاك كل مبنى على حدا .
- خلق بيئة تفاعلية ذكية: تم إنشاء بيئة تفاعلية ذكية بين المستخدم النهائي للطاقة الكهربائية والأجهزة الكهربائية حيث تم رسال بيانات الاستهلاك إلى الهاتف الذكي ومن ثم تم اصدار اوامر من قبل المستخدم لهذه الأجهزة من خلال التطبيق الذكي الذي تم تحميله على الهاتف الذكي.
- تحليل النتائج والخروج بتوصيات.

7.1 خاتمة الفصل

واضح مما ذكر سابقا أن تبعات الازدياد المطرد في استهلاك الطاقة الكهربائية يلقي بظلاله بشكل سلبي على العديد من نواحي الحياة، لذلك كان لابد من وضع استراتيجيات لحل هذه المعضلة بشكل نهائي أو الحد من اَثارها و تبعاتها إلى أقصى حد في حال العجز عن الوصول لحلول جذرية لهذه المعضلة .

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح الوطنية و ذلك من خلال الاعتماد على البيانات التاريخية و البيانات الفورية التي سيتم الحصول عليها من خلال العدادات الذكية، فقد أظهرت البيانات التاريخية التي تم الحصول عليها أن معدل الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية بلغ أربعة ملايين شيقل و الذي سنقوم من خلال هذا البحث بالعمل على تقنينه و خفضه من خلال تطبيقات التكنولوجيا الذكية المتمثلة بالعدادات الذكية و من ثم استخدام هذا المبلغ الذي تم توفيره لتحقيق أهداف الجامعة ورفع مستويات التعليم فيها، و في نهاية المطاف سيتم رفع نتائج هذا البحث إلى الجهات المعنية في الجامعة بهدف الوصول إلى الاستهلاك النموذجي و تقنين إهدار الطاقة إن وُجد بشكل عملي.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة و الإطار النظري

1.2 مقدمة الفصل

أخذت الهجرة من الريف إلى المدن والمراكز الحضرية تتسارع بشكل كبير يوما بعد يوم، حيث أظهرت الإحصائيات الحديثة أن أكثر من 50% من سكان العالم يعيشون في المدن في الوقت الحالي، ومن المتوقع أن يصل عدد السكان الذين يعيشون في المدن مع حلول العام 2030 إلى ما يقارب 5 مليار فرد، وهذا التوجه يُوجِبُ على الاقتصاديين العمل على زيادة كفاءة الموارد المتاحة بشكل أكبر من قبل من خلال توظيف أنجع لها. ومن جهة أخرى يعيش العالم على أعتاب ثورة عالمية ثالثة تعرف بثورة المدن الذكية، و يُقصدُ بمصطلح المدن الذكية الكيفية التي يتم من خلالها الاستغلال الأمثل للموارد الاقتصادية في المدن من خلال تطبيقات التكنولوجيا الذكية. (unfpa ,2016)

و تعتبر الطاقة من أكثر المجالات تحديا سواء من الناحية البيئية أو الاقتصادية، حيث خلصت الأمم المتحدة في الأهداف الإنمائية الألفية إلى اعتبار توفير الطاقة و الطاقة النظيفة من أهم الأولويات ومنحتها الترتيب السابع بين الأهداف التي يسعى العالم الى الوصول اليها. (Sustainable Development ,2016)

ويمثل استهلاك الكهرباء حصة الأسد من حيث استهلاك الطاقة عالميا لذلك ذهب العالم باتجاهين للتعامل مع هذا الموضوع. الاتجاه الأول وهو اعتماد الطاقة المتجددة كمصدر أساسي للطاقة (طاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرها) والاتجاه الثاني تقليل الاستهلاكات الحالية من خلال استخدام تطبيقات التكنولوجيا الذكية والذي يعد من أبجديات المدن الذكية، الاتجاه الثاني بات ملحا بشكل أكبر من الاتجاه الأول مع مراعاة أهمية المجال الأول؛ وذلك كون الطاقة البديلة مجدية من الناحية البيئية إلا ان هناك العديد من الشكوك حول جدواها من الناحية الاقتصادية حيث بقيت التكاليف الثابتة للاستثمار في هذا المجال مرتفعة إلى يومنا هذا، أما أهمية المجال الثاني وهو تقليل الاستهلاكات من خلال استخدام تطبيقات التكنولوجيا الذكية فقد أظهرت الدراسات في هذا

المجال أنه بالإمكان توفير أكثر من 30% من إجمالي الاستهلاك الحالي إذا ما ضبطنا السلوك الاستهلاكي للمستخدم النهائي وهو ما تسعى التكنولوجيا الذكية لتحقيقه وانجازه، كل ذلك كان سببا في قيام العديد من الدول بخطوات عملية للسيطرة على الاستهلاك المفرط للطاقة.
(Hall 2000)

2.2 الدراسات السابقة

باتت مشكلة الطاقة الكهربائية تؤرق دول العالم كلها المتقدمة منها والنامية، فمعدلات الطلب على مصدر الطاقة هذا تتعاظم بشكل كبير مع مرور الزمن لذلك كان لابد من الوقوف على أسباب هذا الازدياد المطرد في الاستهلاك، ففي إحدى الدراسات التي تُعنى بتنظيم استهلاك الكهرباء تم بحث دور المدن بشكل عام و حالة مدينة تشونغ جو الكورية بشكل خاص، حيث تم الإعداد للانتقال بالمدينة من مدينة تقليدية إلى أُخرى مستدامة، ومن أجل معالجة هذا الموضوع على نحو فعال كان من الضروري بناء توافق في الآراء بشأن الاتجاه التنموي الذي سيتم اعتماده و وضع خطة رئيسية شاملة للانتقال بصورة تتماشى مع سياسات القائمين على قطاعات الاقتصاد والمجتمع والبيئة في المدينة، وكان مصطلح المدن المستدامة قد برز كثيراً في نهايات القرن الماضي ولعل السبب وراء ذلك له علاقة بأعداد السكان التي تقطن هذه المدن فبالرغم من أن المدن لا تغطي سوى 2.75% من مساحة الأرض إلا أنها مسؤولة عن استهلاك 75% من طاقة العالم بالإضافة لكونها المصدر الأول لانبعاث 80% من الغازات المسببة للاحتباس الحراري ومن هنا كانت دراسة المدن ضرورة ملحة و مُستعجلة. (Yim et al., 2015)

وتستند رؤية الباحثين للتنمية المستدامة في الحضر إلى شروط وأسباب لابد من تحقيقها بحيث يتم حفظ حقوق الأجيال القادمة من الموارد الحالية والبحث في ذات الوقت عن موارد جديدة ليتم استثمارها في المستقبل مع الأخذ بعين الاعتبار في كلا الحالتين مراعاة المحافظة البيئة وعدم إلحاق أي أذىً بها .

ومن شروط تصنيف التنمية في المدن على أنها مستدامة :

- تحقيق الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي على المدى الطويل.

- استعادة وحماية التنوع البيولوجي والطبيعي.
- تقدير مجموعة متنوعة من الخصائص، بما في ذلك قيمة البشر، والثقافة، والتاريخ، والطبيعة.
- التوسع في شبكات التعاون في العمل من أجل مستقبل مستدام .
- شمل أهداف التخطيط مثل الحفاظ على الطبيعة، والترفيه، والتنوع البيولوجي، والمناطق الخضراء، والشبكات الإيكولوجية، والطاقات الجديدة والمتجددة، والسكن البيئي والصناعة البيئية والوقاية من الكوارث، والتعامل مع تغير المناخ وغيرها.

ومن أجل الوصول بالتنمية في مدينة تشونغ جو إلى تنمية مستدامة كان لا بد من النزول عند توصيات قمة الأرض في ريو دي جانيرو التي عقدت عام 1992 حيث اعتبرت أن السماح وتحفيز المشاركة الشعبية في الحكم وصنع القرار هي الشرط الأساس لتحقيق التنمية المستدامة والحكم الرشيد . لأجل ذلك تم إنشاء فريق يتكون من جميع الشرائح الموجودة في مدينة تشونغ جو يضم ممثلين عن كل من : الحكومة المحلية ، وأصحاب المهن والحرف ، ومنظمات المجتمع المدني بالإضافة للنخب من أساتذة الجامعات على أن تعقد جلسات دورية بين الأعضاء لمتابعة تنفيذ الخطط المرسومة و الوقوف عليها .

تم إجراء نقاشات متواترة بين مختلف شرائح السكان داخل المدينة و القائمين عليها على مدى عدة أشهر و خرجت هذه النقاشات باستراتيجيات خاصة بكل قطاع من قطاعات المجتمع المدني في المدينة لتحقيق الهدف الأساس من هذه الدراسة وهو الانتقال بمدينة تشونغ جو الكورية إلى مدينة خضراء مستدامة ، و توزعت أهم القطاعات و الاستراتيجيات الخاصة بها كالتالي :

- الاقتصاد المحلي: خلق اقتصاد محلي متوازن.
- الحياة والرعاية الاجتماعية: توفير الرعاية الشاملة لضمان حياة صحية.
- التعليم والثقافة: بناء مدينة ثقافية إبداعية.
- المدينة والنقل: تغيير المساحات الرمادية إلى مساحات خضراء.
- البيئة: المحافظة على بيئة نظيفة وخضراء والاستجابة لتغير المناخ.
- الأساس الأخضر: وضع حجر الأساس لمدينة خضراء. (Yim et al., 2015)

من جهة أخرى خلال البحث تم التعرف على بعض القطاعات التي يُمكن تخفيض معدل استهلاك الكهرباء فيها إذا ما تم إعطاؤها الجهد والاهتمام الكافي وأول هذه القطاعات هو القطاع المنزلي، ففي الولايات المتحدة وكما أثبتته إحدى الدراسات التي قام بها Gans و عدة باحثين آخرين يمثل الاستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية ما نسبته 37% من إجمالي الاستهلاك العام ولهذا وضعت الحكومة الأمريكية عدة استراتيجيات بهدف تشجيع الأسر على تقليل استهلاك للطاقة الكهربائية بشكل طوعي من خلال الحوافز و المقارنات الاجتماعية عبر التعرف على استهلاك الكهرباء من قبل هذه الأُسر باستخدام نظام التغذية الراجعة، و تتمحور آلية تقليل استهلاك الكهرباء كما ذكرت في هذه الدراسة حول استخدام عداد كهربائي ذكي يقوم بتسجيل استهلاك الطاقة الكهربائية كل 15 دقيقة و يتم بعدها إرسال بيانات الاستهلاك هذه الى سيرفر عبر شبكة الانترنت حيث يتم هناك تحليلها وإجراء المقارنات مع الاستهلاك الطبيعي و تجميع بيانات الاستهلاك لذلك اليوم بشكل كامل، وفي اليوم التالي يتم إرسال تغذية راجعة للمستخدم تحتوي على بيانات الاستهلاك الكلية وإجراء مقارنة بين استهلاكه اليومي و الاستهلاك الطبيعي للكهرباء، بالإضافة لإبراز عدد من المحفزات والآليات المقترحة لتقليل الاستهلاك في حال وجود إفراط في استهلاك الكهرباء.

تمتاز هذه الآلية عن غيرها بأن العداد يكفيه أن يكون متصلاً على شبكة الانترنت لكي يقوم بتزويد شركة الكهرباء ببيانات استهلاك المستخدمين النهائيين من جهة وإعادة التغذية الراجعة للمستخدمين حول استهلاكهم للطاقة الكهربائية من جهة أخرى، حيث يتم الاتصال بالانترنت عبر شبكة لاسلكية ، و تمتاز الشبكات اللاسلكية بكثير من الميزات الفريدة التي جعلتها تتفوق على الشبكات السلكية التقليدية بإجماع كل من قارن بينهما؛ اذ ان الشبكات السلكية تعاني من مشاكل عديدة أهمها التكلفة العالية وانعدام الثقة و صعوبة تحديد موقع الخلل عند حصوله، اذ ان اي قطع بالسلك متعمدا كان او غير متعمد سيؤدي الى فشل الشبكة بشكل تام ناهيك عن التأخير في وصول المعلومات حيث أن المعلومات تنتقل في السلك دون إمكانية لتحديد الأولويات في الوصول لهذه البيانات .

في المقابل فإن المراقبة والتحكم عن بعد باستخدام الشبكات اللاسلكية يتجاوز المشاكل سابقة الذكر كلها، حيث تمتاز الشبكة اللاسلكية بانخفاض تكلفتها وسهولة توزيع مكوناتها و سرعة تحديد

الخطأ و مكانه مع القابلية لتداركه عن بعد و ذلك بتحويل خط انتقال البيانات عن المسار المعطل بسهولة عبر تفعيل أجهزة استشعار مصممة داخل الشبكة مسبقا كخط بديل حال حصول خطأ في وصول المعلومات بالاضافة لامكانية تحديد الأولويات في انتقال المعلومات حال حدوث المشاكل، ومن المثير للاهتمام ما أظهرته النتائج العملية أن حصول المستهلكين على تغذية راجعة عن استهلاكهم للطاقة الكهربائية بشكل يومي أثر بشكل كبير على نمط استهلاكهم اليومي، فقد سجل انخفاض في استهلاك الطاقة الكهربائية بمعدل 15-20 % لدى الفئات التي تم تجريب الجهاز في بيوتهم، وكان تعقيبهم على هذا الانخفاض في الاستهلاك بقولهم أنهم باتوا يراقبون استهلاكهم بشكل يومي ويرصدون مواطن الإفراط في الاستهلاك و يعالجونها بشكل فوري و جماعي بالاستعانة بالإرشادات التي يزودهم بها هذا العداد الذكي، اذ ان المراقبة تتم من خلال رب الأسرة وزوجته ومن ثم يقومون بتحليل هذا الاستهلاك و التعميم على أبنائهم بالسلوكيات الخاطئة التي حصلت في اليوم السابق و وجوب عدم تكرارها وهذا ما حصل بالفعل، وقد لاقت نتائج هذا البحث ترحيبا من قبل الجهات الحكومية و تعهدت بالعمل على تطويره وتطبيقه في وقت قريب. (Gans et al., 2011)

توالت المشاريع التي ركزت على استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع السكني وذلك لأنه وبناء على الدراسات والأبحاث وُجد أن هناك تباين كبير في الاستهلاك للطاقة الكهربائية عند المقارنة بين منزلين يحتويان على نفس الأجهزة الكهربائية يصل أحيانا إلى ضعفين أو ثلاثة أضعاف الاستهلاك؛ و يرجع السبب الرئيس لهذا الاختلاف إلى السلوك الفردي لسكان هذه البيوت، حيث أنه إذا ما تم عرض استهلاكات الطاقة الكهربائية لأصحاب المنازل بشكل تفصيلي و دوري مع إبراز مظاهر الإفراط في الاستهلاك وتقديم إرشادات لسبل الوصول للاستهلاك الأمثل للطاقة الكهربائية من شأن ذلك كله أن يصل بالسكان لمرحلة من الكفاءة في استخدام الطاقة .

و تكمن مشكلة الإفراط في استهلاك الطاقة الكهربائية في المنازل بنظر الباحثين إلى انتشار مفاهيم خاطئة لدى السكان حول تكاليف تشغيل الأجهزة الكهربائية، فقد تم إجراء عدة استطلاعات للرأي بين عامي 1982 و 1986 في ألمانيا الغربية حيث طُلب من السكان تقدير تكلفة استهلاك الأجهزة الموجودة في منازلهم للطاقة الكهربائية وعند مقارنة هذه النتائج مع التكلفة الفعلية لهذا

الاستهلاك وُجدَ أن السكان يقللون إلى حد كبير في تقدير التكلفة الناتجة عن تشغيل أجهزة التدفئة و يهولون التكلفة الناتجة عن تشغيل الإضاءة والأجهزة المستخدمة في الطبخ إذ أن النتائج أظهرت أن (1%–2%) فقط من الأشخاص الذين تم استطلاع آرائهم استطاعوا أن يقدروا التكلفة الفعلية لاستهلاك الأجهزة الكهربائية الموجودة في بيوتهم مما يعني أن الأساليب التي يتخذها السكان لتقليل استهلاك الكهرباء غير فعالة بسبب انتشار هذه المفاهيم الخاطئة (Froehlich et al., 2011).

ولعل أهم المقترحات التي تم يمكن تطبيقها في المستقبل لتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية في المنزل تكمن في إيجاد نظام برمجي لتنظيم عمل الأجهزة الكهربائية، حيث يقوم مبدأ عمل هذا النظام على شبك جميع اجهزة الكهرباء الموجودة في البيت معه فهو يحتوي على آليات ومبادئ الاستهلاك النموذجي للطاقة الكهربائية لكل جهاز على حدا. فبعد إجراء الاتصال بينه و بين أجهزة البيت الكهربائية المختلفة فانه سيقوم بتنظيم عملها بشكل أوتوماتيكي بحيث يرسل الأوامر لهذه لأجهزة بالتوقف في أوقات معينة مثل أوقات الليل المتأخر كذلك سيعتمد في عمله على أجهزة الاستشعار فيرسل أوامره للأجهزة بتقليل الجهد أو زيادته بناءً على الإشارات التي تصله من أجهزة الاستشعار.

إن انتشار ثقافة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية مهم للغاية فعلى سبيل المثال لا الحصر لو أن استهلاك التيار انخفض بمعدل 10–15% في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها فهذا يعني توفير 200 مليار كيلو واط سنويا و يعادل إنتاج 16 وحدة نووية عاملة في إنتاج الطاقة الكهربائية مما يوفر على الحكومة الأمريكية مليارات الدولارات، الاهتمام بنتائج هذه الدراسة لم يقتصر على الحكومة الأمريكية والشركات التجارية الهادفة إلى تقنين الإنفاق للظفر بأكبر العوائد الممكنة فحسب بل تجاوزهم إلى العامة من الناس. (Froehlich et al., 2011)

زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية والبحث عن أساليب لتخفيضها كان يؤرق السلطات في المملكة المتحدة أيضاً؛ فقد تم إجراء دراسة من قبل قسم أبحاث الطاقة وتغيرات المناخ عام 2012 عن أثر استخدام عدادات الطاقة الكهربائية المعروفة باسم (Smart meter/IHD) على ترشيد استهلاك الطاقة إذ تنوي الحكومة استبدال جل عدادات الطاقة الموجودة في البلاد بهذه العدادات

الحديثة مع حلول عام 2019 حيث سيتم استبدال 53 مليون عداد مقسمين بين عدادات لاحتساب استهلاك الكهرباء و أخرى لاحتساب استهلاك الغاز.

يقوم مبدأ عمل هذه العدادات على عرض بيانات استهلاك الطاقة (كهرباء و غاز) و تكلفتها بشكل تفصيلي على شاشة الكترونية كل جهاز على حدا بحيث يستطيع صاحب المنزل قراءة البيانات و التكاليف ويقوم الجهاز ايضا بارسال هذه البيانات و التكاليف إلى الشركة المزودة، كان الوضع الاقتصادي المشجع الأكبر لإقناع الناس باقتناء هذا الجهاز، حيث أن الركود الاقتصادي هو السمة الغالبة على الاقتصاد في ذلك الوقت بالإضافة لارتفاع أسعار مصادر الطاقة مما دفع الناس للبحث عن أي وسيلة لتقنين استهلاك الكهرباء وبالتالي توفير المال، في حين أن الفئات الأخرى من الذين يتمتعون بوضع اقتصادي جيد ومستقر كان لديهم حافز آخر لاقتناء الجهاز غير توفير المال و تمثل هذا الحافز في التخلص من حالة عدم اليقين و الغموض التي تحيط بقنوات استهلاك الطاقة و مصاريفها .

وكانت نتائج الدراسة كالتالي : كان لتركيب هذه العدادات أثر كبير في ترشيد استهلاك الكهرباء و الغاز عند استطلاع نتائج البحث للعينة (120 مجموعة) وكان الدافع لتوفير المال دافعا أساسيا في الحصول على (Smart meter/IHD)، وكان من النتائج العملية للأشخاص الذين اقتنوا هذا العداد بأن جزء كبير منهم تحول إلى استخدام الغاز المركزي، ومن النتائج العملية الأخرى إيقاف تشغيل الأجهزة وإغلاقها بشكل تام عندما لا تكون قيد الاستعمال مثل أجهزة التلفاز و الكمبيوتر و ازالة شواحن الأجهزة الكهربائية من الأباريز عند انتهاء الشحن، كذلك التقليل من معدلات تشغيل أجهزة التدفئة وذلك بتشغيل وحدات التدفئة في أجزاء المنزل التي يتواجد أفراد المنزل فيها باستمرار و إيقافها في الأجزاء الأخرى من المنزل التي لا يتم التواجد فيها مثل المخزن و الكراج و ليس نهاية بتطبيق نظام العزل للحرارة بحيث يتم عزل الغرف التي تعمل فيها وحدات التدفئة وبذلك يتم حفظ درجة حرارة الغرف و لا تتسرب إلى درج المنزل أو الغرف المجاورة ما يقلل من تشغيل هذه الوحدات بشكل كبير . كذلك قام جزء من أفراد العينة باستبدال أجهزتهم الكهربائية التي تعاني من الشيخوخة خاصة الثلاجات التي تعمل باستمرار دون توقف لافتقادها للتقنيات الحديثة بأجهزة عصرية وذكية. (Navigator, 2012)

تم اقتراح عدة آليات بهدف تحديد الاستهلاك الحقيقي من التيار الكهربائي لكل جهاز موجود في البيت في خطوة لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية ويمكن استخدام ذات المعدات في المستقبل لتقليل استهلاك كل من الغاز والماء، وتعتمد الآليات بمجملها على مقارنة الاستهلاك الذاتي للجهاز الكهربائي و مقارنته مع الاستهلاك النموذجي. بَيدَ أن خصائص المسكن و طبيعة المستخدم النهائي تؤثر بشكل كبير على استهلاك الكهرباء و لإثبات ذلك تم إجراء مسح لبيانات 4200 مسكن في ايرلندا، وقد قسمت المعايير التي ستبنى عليها النتائج النهائية إلى 4 معايير و هي:

1. الاستهلاك الكلي للكهرباء .
2. الحد الأقصى للطلب على الكهرباء .
3. عامل الحمولة .
4. وقت الاستخدام .

اذ ان الحكومة الايرلندية قررت تخفيض الاستهلاك العام للكهرباء بمعدل 20% مع حلول عام 2020 للمساهمة في تقليل معدل الغازات الدفيئة المُصَدَرَة إلى الجو على أن يكون إنتاج 40% من الكهرباء يتم بواسطة مصادر متجددة وصديقة للبيئة، وُجِدَ أن المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية تؤثر على نمط استهلاك الطاقة الكهربائية فمثلا أظهرت النتائج أن السكان الذين تتراوح أعمارهم ما بين 36 – 55 عام يزيد معدل استهلاكهم للطاقة الكهربائية عن باقي الفئات العمرية و مردُ ذلك يعود إلى تواجد الأطفال الذين يعيشون في المنزل لدى هذه الفئة العمرية، كذلك أظهرت النتائج أن الطبقة الغنية تستهلك كميات أكبر من الكهرباء مقارنة مع الطبقات الأقل و بالتالي كميات الكهرباء المهدرة بلا فائدة لدى هذه الطبقة أكبر من تلك التي تضيع عند الطبقات الفقيرة والمتوسطة(Mcloughlin et al., 2012) .

تم تصنيف المحددات التي تحكم و تؤثر على استهلاك الكهرباء لدى المستخدم النهائي حسب دراسة قام بها Mcloughlin إلى قسمين : سلوكية و مادية و كلاهما يرتبط ارتباطا وثيقا بخصائص المسكن الذي يتواجد فيه هؤلاء المستخدمين . و تتعلق المحددات السلوكية بطبيعة وقرارات المستخدم لتشغيل جهاز كهربائي معين يوميا أو أسبوعيا (مثلا أحد الأشخاص معتاد على

تشغيل جهاز التلفاز لحضور مباراة كرة قدم 3 مرات في الأسبوع)، و هي متغيرة إذ أن الشخص ممكن أن يتعرض لظروف تغير من نمط وأسلوب حياته (عندما يتزوج مثلا)، أما المحددات المادية فهي ثابتة ولا تتغير في كثير من الأحيان مع مرور الوقت مثل حجم المنزل. و تم التركيز في الدراسة على تلك المحددات السلوكية إذ أنها قابلة للتغيير والتبديل إذا ما تم التأثير على قناعات المستخدم النهائي للكهرباء، لأجل ذلك تم إدراج مقارنات في هذه الدراسة بين مستخدمين متشابهين (في الدخل ، وحجم البيت، وعدد الأجهزة الكهربائية المقتنية ، وعدد الأبناء و غيرها) و إظهار الفروقات في استهلاك الكهرباء التي ترجع للسلوك الفردي لهؤلاء المستخدمين حيث وُجد أن هناك فروقات كبيرة في الاستهلاك في بعض الأحيان ولعل إدراج مثل هذه الفروقات في الدراسة و تعميم نتائجها، يشجع المستخدم النهائي على اتباع الارشادات و التعليمات التي تم تعميمها في نهاية الدراسة للوصول للاستخدام الأمثل للطاقة الكهربائية و بالتالي توفير المال .

خرجت هذه الدراسة بتوصيات للمستوى السياسي بضرورة فرض ضريبة على الممتلكات مما يدفع العائلات للتخلي عن العديد من الأجهزة الكهربائية بعد أن يستقل أبناؤهم عنهم مما يقلل عدد الأجهزة الكهربائية في البيوت و بالتالي تقليل استهلاك الكهرباء، كذلك احتوت الدراسة على توجيهات للحكومة بضرورة نشر الوعي بين العامة عن الأجهزة الكهربائية الأكثر استهلاكا للطاقة الكهربائية والتي يُفضل إيجاد بدائل لها تعمل باستخدام مصدر طاقة آخر أو تقليل استخدامها لأدنى درجة أن لم يتمكنوا من إيجاد بدائل لها حيث تم التركيز على 3 أجهزة كهربائية هي المجفف و غسالة الصحون والطباخ الكهربائي .(Mcloughlin et al., 2012)

وإذا ما ذكرت التكنولوجيا العصرية و التطبيقات الثورية فلا بد من التوسع في الحديث عن المدن الذكية حيث أن مصطلح المدن الذكية تم تداوله بشكل كبير في العقدين الأخيرين وخاصةً في مجال الأبحاث العلمية و السياسات الدولية؛ إذ أن المدن تلعب دورا مهما في الحياة الاجتماعية و الاقتصادية و التأثير على البيئة، فقد أثبتAlbino و زملائه في دراستهم التي أجروها عام 2015 أن عام 2008 شهد تحول نوعي على صعيد توزيع السكان بين الحضر والريف حسب صندوق الأمم المتحدة للسكان حيث ارتفع عدد سكان الحضر في ذلك العام إلى نسبة تربو عن 50 في المئة من سكان الأرض (3.3 مليار نسمة) وهو رقم متوقع أن يرتفع إلى 70 في المئة

مع حلول عام 2050 ، أما في أوروبا فإن 75 في المئة من عدد سكان يعيشون بالفعل في المناطق الحضرية في هذه اللحظة و متوقع أن ترتفع النسبة إلى 85 في المئة عام 2020.

ثم ذكر Albino في دراسته أن التعريفات المتعلقة بالمدن الذكية ليست ثابتة فتارةً تم تعريفها على أنها المدينة التي تربط الناس و المعلومات و عناصر المدينة المختلفة معا، باستخدام نظام تكنولوجي حديث في خطوة لتحقيق الاستدامة في نواحي الحياة المختلفة، وإنشاء مدينة صديقة للبيئة وخلق تجارة تنافسية و مبتكرة و ليس نهايةً بزيادة جودة الحياة، و تارةً تم تعريفها بأن المدن لا تكون ذكية إلا إذا ما تم التركيز فيها على الاستثمار في : - تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات - و رأس المال البشري والاجتماعي - وتطوير وسائل النقل التقليدية للوصول إلى نمو اقتصادي مستدام و الذي يحدث كنتيجة للذكاء في إدارة الموارد الطبيعية و الحكم القائم على المشاركة، وأخرى تم تعريفها على أنها المدينة التي تكون قادرة على تهيئة الظروف الملائمة لمجتمع صحي وسعيد في ظل التحديات الاقتصادية و العالمية و البيئية و الاجتماعية.

تم وضع العديد من النماذج لتقييم أداء المدن الذكية ولعل أشملها النموذج الذي قدمته جامعة فيينا عام 2007 حيث احتوى على المؤشرات التالية :

- الاقتصاد
- التحكم عن بعد
- البيئة
- دور السكان
- الحوكمة

أظهرت النتائج مدى تعقيد قياس "ذكاء المدن" فمن الصعب بمكان إيجاد نظام عالمي ثابت يحتوي على مجموعة مرنة من الخصائص تتناسب مع أي مدينة حيثما كانت و بمجرد إسقاط هذه الخصائص على المدينة و تطبيقها يتم فوراً الحصول على مدينة ذكية؛ فلكل مدينة من المدن احتياجاتها و سماتها و رؤىً و أهداف خاصة تسعى للوصول إليها و انجازها وأي تعميم للتعريف بناء على معايير ثابتة ومعينة فهو يفتقر إلى الشمولية والموضوعية، خرجت الدراسة بتعريف عام

للمدن الذكية، أساسه قيام تنمية متكاملة في كل جانب من جوانب الحياة اليومية في المدينة سواء المادية وغير المادية على أن تتم هذه التنمية في نفس الوقت.(Albino et al., 2015)

و للانتقال بالمدن التقليدية إلى نموذج المدن الذكية لا بد من تفعيل مصطلح إنترنت الأشياء بحيث يتم تحويل المحيط الخاص بنا شيئا فشيئا إلى محيط تفاعلي ذكي من خلال شبكة الإنترنت حيث أصبحت شبكة الانترنت و الملحقات التي تتصل بها وتوفر لها البيانات من أجهزة استشعار و رصد وكاميرات وغيرها من أساسيات و بديهيات الحياة العصرية في الحضر؛ مما يوفر القدرة على فهم المؤشرات البيئية ومراقبة ومتابعة الموارد طبيعيةٍ أو صناعيةٍ كانت عن كثب. فقد تم تصنيف المرحلة التي نعيشها اليوم من التفاعل بين شبكة الانترنت و الأجهزة المتصلة بها من جهة و المستخدم النهائي من جهة أخرى، على أنها المرحلة الأولى من مراحل التفاعل مع المحيط الخارجي حيث يتم توفير التغذية الراجعة لهذا المستخدم على شكل بيانات قابلة للقراء فقط، ويتطلع الباحثون في السنوات القليلة القادمة للوصول للمرحلة الثانية من التفاعل مع المحيط الخارجي و الذي يشمل حوسبة جميع الأجهزة التي تتصل مع شبكة الانترنت بحيث ننتقل من مرحلة قراءة التغذية الراجعة الى المرحلة التي تكون فيها هذه الأجهزة تسير وتعمل وفق برنامج محوسب ينظم عملها إلى أنٍ نصل إلى مرحلة الانترنت المتكامل. (Gubbi et al., 2013)

ثم استطرد Gubbi في دراسته قائلاً أن عملية حوسبة الأشياء من حولنا تسير بسرعة كبيرة حيث أثبتت هذه العملية نجاعتها اذ ان البيئة المحيطة بنا بيئة معقدة و تزخر بالعديد من الأحداث والعمليات التي تحدث في ذات الوقت، ومن هنا برزت الحاجة لإيجاد نظام يقوم بتخزين العمليات التي تحصل في البيئة المحيطة ومن ثم تحليلها و إتاحتها للأشخاص، بحيث يُمكنهم من استرجاع هذه البيانات متى أرادوا و بتفصيل تاريخي سهل الفهم؛ هذا السبب كان كفيلاً لتطور السحب الالكترونية وانتشارها انتشاراً كبيرا كما نرى في هذه الأيام في ظل تنامي شبكات الانترنت اللاسلكية (WIFI & 4G-LTE) وسهولة الاتصال بشبكة الإنترنت من أي مكان وفي أي وقت.

إن كفاءة و فعالية إنترنت الأشياء يعتمد على تحقيق 3 أسس رئيسة وهي :

- المزاوجة في فهم حالة كل من المستخدمين والأجهزة الخاصة بهم .

- بناء شبكات اتصال واسعة الانتشار بالإضافة لنظام برمجي فعال بهدف نقل البيانات و معالجتها .
- توفر أدوات وبرامج للتحليل يتم من خلالها اتخاذ إجراءات ذكية و سريعة .

أظهرت النتائج العملية أن السبيل للوصول لكفاءة في التفاعل بين المستخدم النهائي و شبكة الانترنت وما يتصل بها من أجهزة هو حصول تكامل بين السحابة الالكترونية الخاصة به و السحابة الإلكترونية العامة حيث يتم نقل بيانات أجهزته من خلال سحابته الخاصة إلى السحابة العامة و التي تكون مقسمة في الاساس الى شرائح (إذ تصل بيانات الاستهلاك إلى جزءٍ معين منها و بيانات الصحة الى جزءٍ اخر ... الخ) و يتم في كل شريحة إجراء عمليات حوسبة و تحليل و تخزين للبيانات الخاصة بها مما يسمح ويشجع عمليات النمو المستقل في كل قطاع من القطاعات إلا أن هذه الشرائح تكمل بعضها بعضا في بيئة مشتركة في النهاية، ومما يؤكد أهمية هذه البحوث ربط تطور الجيل القادم من شبكات الاتصال بإبداعات المبرمجين في تصميم تطبيقات ثورية هدفها الرئيس الحصول على بيانات جديدة تخص المستخدمين النهائيين و تحليلها .
(Gubbi et al., 2013)

تمتاز الدراسة التي سنقوم بها بأنها الدراسة الأولى من نوعها التي سيتم فيها تطبيق أحد نماذج المدن الذكية المعتمدة عالميا على حرم جامعة النجاح بهدف تحويله إلى حرم جامعي ذكي لتكون حافزاً للباحثين لتطبيق باقي نماذج المدن الذكية في خطوة لتحقيق الاستدامة في التنمية ومواكبة الجديد من العلوم والابتكارات التي أثبتت نجاعتها في تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة في الدول الحديثة، حيث سيمثل حرم جامعة النجاح نقطة البداية وستكون الخطوة الثانية بعد التأكد من نتائج التجارب العمل على تعميم هذه النتائج وعرضها على المستويات العليا وأصحاب القرار في فلسطين لاعتمادها ومن ثم تطبيقها في البلاد كافة، ومن الميزات الأخرى التي تميز الدراسة هي إمكانية تزويد الحاسوب أو الهاتف الذكي ببيانات استهلاك الكهرباء خلال للفترة الزمنية التي نريدها و بالتالي امكانية اجراء عملية تحليل لهذه البيانات ناهيك عن إصدار أوامر من قبل المستخدم النهائي مما يعني خلق بيئة تفاعلية ذكية بين عدادات الكهرباء و المستخدم النهائي عبر وسيط اما ان يكون جهاز الحاسوب أو الهاتف الذكي بشرط اتصالهما مع شبكة الانترنت .

3.2 خاتمة الفصل

توالت الاقتراحات والمشاريع من أجل تقنين استهلاك الطاقة الكهربائية ، وكان الحديث يدور حول ركيزتين أساسيتين لتحقيق هذه الغاية هما العمل على استحداث أنظمة طاقة بديلة، أو العمل على إجراء تحسينات لمصادر الطاقة الحالية. أثبتت الأبحاث و الدراسات أنه لم يتم الحصول على مصادر لإنتاج الطاقة حتى اليوم بكفاءة مصادر الطاقة الكهربائية، ولا إلى كفاءةٍ قريبة منها، إذ أن جل المصادر التي تم التوصل إليها تصل كفاءتها في أفضل الظروف إلى 50% من كفاءة الطاقة الكهربائية، ولذلك كان من المستحيل بمكان التحول إلى هذه المصادر في ظل نمط ونهج الحياة الحالية التي تعتمد بشكل كامل على الطاقة الكهربائية لأن ذلك يعني إعطاب عجلات كل من الاقتصاد العالمي والتجارة الدولية والصناعة بالإضافة للحياة اليومية للناس، كل ذلك دفع الباحثين إلى التوجه للخيار الثاني وهو إجراء تحسينات على طرق إنتاج و استهلاك الطاقة الحالية الى حين التوصل إلى مصادر طاقة جديدة تلبي الطموحات العالمية من حيث الكفاءة وعدم إلحاق أي أضرار بالبيئة.

من خلال النظر الى نتائج الدراسات التي تم استعراضها في هذا الفصل فان جل هذه الدراسات أثبتت امكانية تقنين استهلاك الكهرباء اذا ما تم التأثير على سلوك المستخدم النهائي، و كانت النتائج التي توصلت لها هذه الدراسات مبهرة فقد تم فيها جميعا خفض معدلات الاستهلاك الى نسبة تفوق 20% مما شكل دافعاً لنا للعمل على تفعيل مفهوم التكنولوجيا الذكية في الحرم الجديد لجامعة النجاح بهدف خفض معدلات الاستهلاك الى نسبة مقاربة لتلك النسب التي تم سردها في هذا الفصل.

الفصل الثالث

تحليل بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية في مرافق وكليات جامعة النجاح

1.3 مقدمة الفصل

بعد أن تم التعرض في الفصل السابق إلى فحوى الدراسة و الأهداف المتوقع تحقيقها عند إتمامها سيتم في هذا الفصل تحليل الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية في مباني ومرافق جامعة النجاح الوطنية، مع التركيز على المباني الموجودة في الحرم الجديد حيث مجتمع الدراسة؛ إذ أنه وفي نهاية الدراسة سيتم تثبيت بعض التطبيقات التكنولوجية في أحد مباني الحرم الجديد لمقارنة الاستهلاك الحقيقي والتاريخي ومن ثم تقديم اقتراحات ترمي إلى إجراء بعض التعديلات على أساليب الاستهلاك في محاولةٍ لتقليل معدلات الاستهلاك عن المعدلات الحالية .

سيتم أيضاً في هذا الفصل تقييم أثر بعض العوامل الجغرافية على معدلات الاستهلاك بالاعتماد على دراسة تم استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فيها، العوامل التي سيتم دراستها هي مساحة المبنى وعدد القاعات الدراسية وطبيعة هذه القاعات وعدد الطوابق لمعرفة أثر هذه العوامل على استهلاك الكهرباء، وتكمن أهمية دراسة و تحليل الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية في مباني ومرافق الجامعة في كونه أول العوامل التي لفتت أنظارنا و دفعتنا لإجراء هذه الدراسة ليس نحن فحسب بل لفتت أنظار ومسامع كل من سمع بالمبالغ الحقيقية التي يتم دفعها سنوياً مقابل هذه الخدمة (خدمة تزويد الجامعة بالطاقة الكهربائية)، حيث أن الأرقام التي تدفع مقابل تسديد فاتورة الكهرباء المسجلة على الجامعة فاقت 3 ملايين شيكل سنويا و هذا لا يعني بالضرورة أن هناك إفراطاً في الاستهلاك فلربما يكون الاستهلاك طبيعياً و متناسباً مع مساحة الجامعة و أعداد طلابها و المرافق التي تحتويها، لذلك كان لا بد من تحليلها لأغراض استكشافية، ومن المهم بمكان أن يتم التعرف على قنوات هذا الإستهلاك و تحليلها و هو ما سيتم إنجازه في هذا الفصل .

2.3 نبذة عن مجتمع الدراسة

تم اختيار حرم جامعة النجاح الجديد كمجتمع للدراسة تبعاً لموافقته و تلبيته لمتطلبات هذه الدراسة، فقد وضعنا شروط مسبقة لا بد من تحققها في مجتمع الدراسة حتى يتسنى لنا الخروج بالنتائج المنشودة و أهم الشروط المتوفرة في حرم الجامعة الجديد توفر شبكة انترنت لاسلكية في العديد من المباني و ربط شبكة الكهرباء بعدادات كهربائية حديثة وليس نهايةً بتوفر بيانات تاريخية لاستهلاك الكهرباء خلال الأعوام الأخيرة إذ أننا سنقوم في هذا الفصل بتحليل هذه البيانات ومقارنتها فيما بعد مع البيانات التي سنحصل عليها من خلال تطبيقات عدادات الكهرباء الذكية .

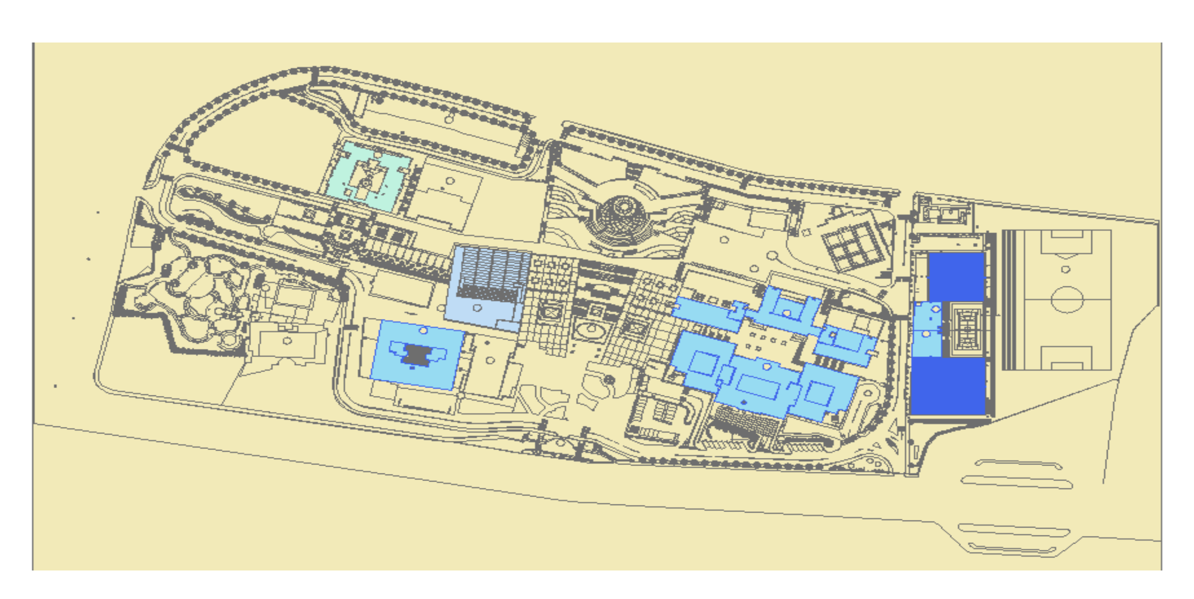
تم وضع حجر الأساس للحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية عام 2000 واستمر العمل لتجهيز المباني و المرافق قرابة الستة أعوام حيث بدأ التدريس الفعلي في الحرم الجديد عام 2006 ، و تتوزع البرامج التي تدرسها الجامعة بين التخصصات الأدبية و العلمية و المهنية، إذ تمنح جامعة النجاح اليوم 73 برنامجا للبكالوريوس في كافة التخصصات العلمية و الادبية و 45 برنامجا للدراسات العليا بما فيها درجة الدكتوراة في تخصصي الكيمياء و الفيزياء بالاضافة ل 13 برنامجا للدبلوم المتوسط، و تتركز مباني الجامعة في 4 مناطق جغرافية منفصلة عن بعضها البعض فالحرم القديم يحتوي الكليات الأدبية من اقتصاد و آداب و شريعة و غيرها بالإضافة إلى مبنى إدارة الجامعة، أما الحرم الجديد فيحتوي على الكليات العلمية من هندسة و علوم و طب و غيرها، وتدرس المباني الموجودة في كلية هشام حجاوي التخصصات المهنية بأنواعها كصيانة السيارات و التكييف و التبريد و البرمجة و تقع المباني سابقة الذكر الثلاثة في مدينة نابلس، غير أن التجمع الأخير و الذي يضم كليتي الطب البيطري والزراعة فيقع في مدينة طولكرم، وتبلغ المساحة الإجمالية لمرافق جامعة النجاح مجتمعة 298 دونم تقريباً.

3.3 توضيح مباني الحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية

تظهر الصور التالية مباني ومرافق الحرم الجديد لجامعة النجاح اذ ان الصورة الأولى هي صورة جوية للحرم الجامعي و الثانية تم الحصول عليها من عرض خاص بمؤتمر اقتصاديات المدن الذكية والذي أقيم في جامعة النجاح الوطنية حيث قام ممثلو الجامعة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لاستخراج هذه الصورة.



رسم توضيحي 1 : صورة جوية لحرم جامعة النجاح الجديد (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)



رسم توضيحي 2 : الحرم الجامعي الجديد كما أظهره نظم المعلومات الجغرافيGIS

(مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)

4.3 مقارنات بين مباني مجتمع الدراسة

بداية سيتم إجراء مقارنات بين المباني التي توفر لنا بيانات استهلاكها للطاقة الكهربائية ما بين العام 2011 والعام 2014 حيث أعطيت اللون البرتقالي لتمييزها عن باقي المباني الموجودة في الحرم الجديد بناء على النتائج التي عرضت في مؤتمر اقتصاديات المدن في جامعة النجاح عام 2016 .



رسم توضيحي 3 : أسماء الكليات في الحرم الجديد GIS (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)

وكان من ضمن الأهداف الاستراتيجية التي وضعتها جامعة النجاح عند تأسيس الحرم الجديد أن يتم تصميم المباني بطريقة حديثة بحيث يتم تجهيز البنية التحتية للحرم الجديد لتحويله فيما بعد إلى حرم ذكي، حيث يمتاز الحرم الذكي عن الحرم التقليدي بالعديد من المزايا و الخصائص أهمها إنشاء تفاعل ذكي بين أنظمة البناء و التحكم و المستخدمين كذلك توفير بيئة صحية وأكثر راحة وزيادة الأداء الاقتصادي لهذه المباني بحيث يتم تقليل المصاريف التشغيلية والإدارية من خلال تخفيض استهلاك الكهرباء وايجاد نظام تحكم مركزي وليس نهايةً بالاستفادة من موارد الطاقة المتجددة .

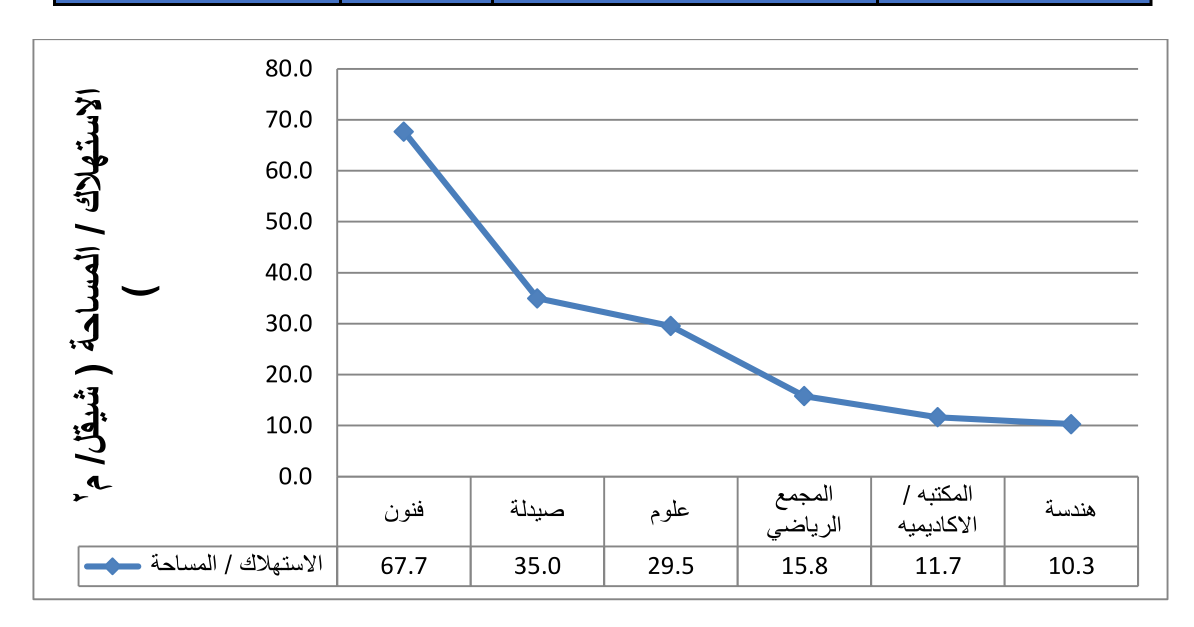
و لارتباط هذه الدراسة بتحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في مباني و مرفقات الحرم الجديد سيتم في هذا الجزء من الدراسة إجراء مقارنات بين هذه المباني و المرفقات بالاعتماد على عدة عوامل وهي:

1. تقييم استهلاك الطاقة الكهربائية حسب المساحة
2. تقييم استهلاك الطاقة الكهربائية حسب عدد و طبيعة القاعات الدراسية

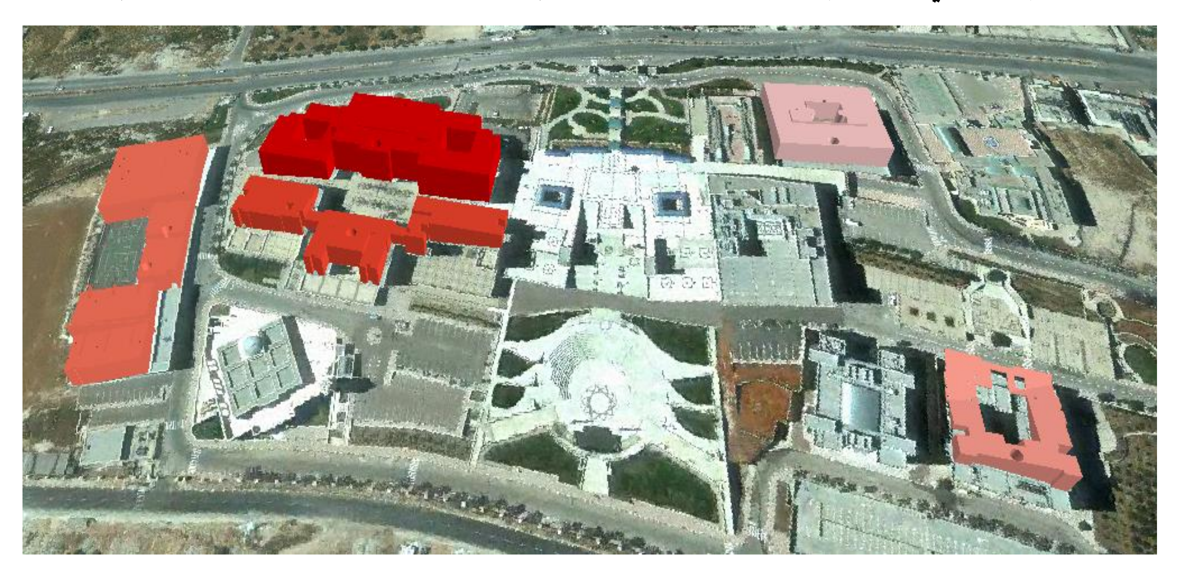
1.4.3 تقييم استهلاك الكهرباء حسب مساحة كل كلية

جدول 1 : تقييم الاستهلاك حسب المساحة (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية، 2016)

اسم_الكلية	استهلاك الكهرباء عام 2014	المساحة	الاستهلاك / المساحة
فنون	708354.3	10465.4	67.7
صيدلة	223823.7	6402.0	35
علوم	527373.7	17853.3	29.6
المجمع الرياضي	251209.0	15924.1	15.8
المكتبه / الاكاديميه	312118.1	26775.0	11.7
هندسة	252545.0	24505.0	10.3



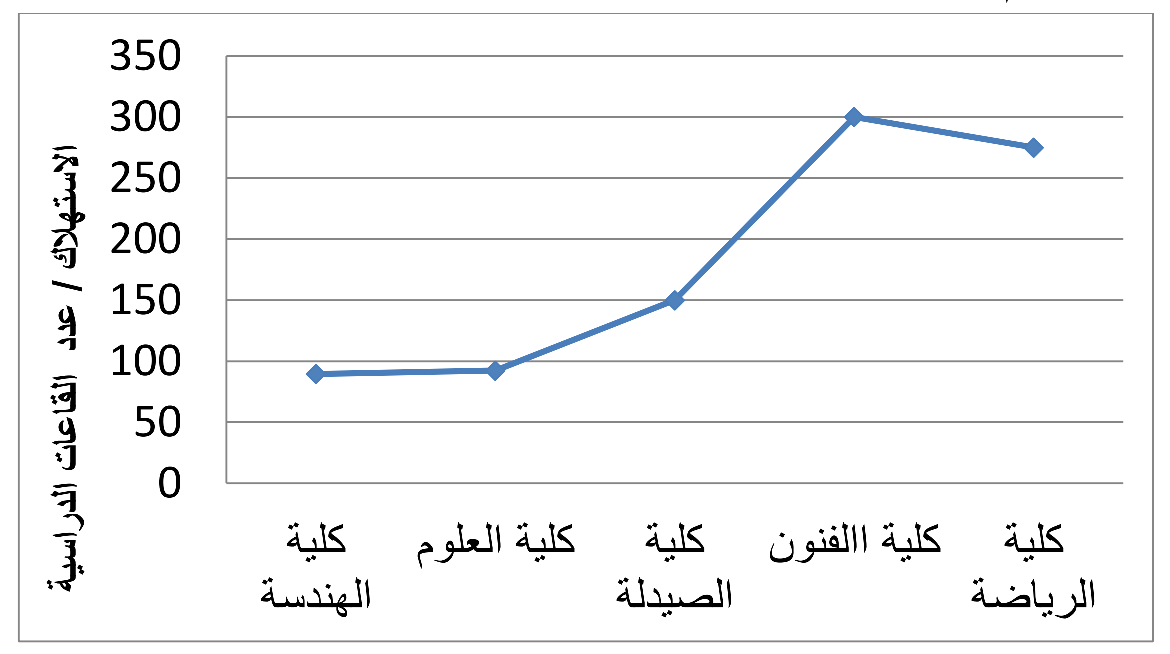
رسم توضيحي 4 : تقييم الاستهلاك حسب المساحة (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية، 2016)



رسم توضيحي 5 : مقارنة بين مباني الحرم الجديد تبعاً للمساحة (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)

من خلال الرسم البياني يتبين لنا أن كلية الفنون هي أكثر الكليات استهلاكا للطاقة الكهربائية عند تقييم الاستهلاك تبعاً للمساحة، فكل 1 متر في الكلية يستهلك ما يقارب 68 شيقل سنوياً حسب بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية، و عند البحث في الأسباب الكامنة خلف هذا الاستهلاك اتضح لنا أن كلية الفنون تقوم بتزويد الطاقة الكهربائية لأكثر من مبنى داخل الحرم الجديد بالإضافة لطبيعة الدراسة داخل الكلية و التي تعتمد في الأساس على التطبيق العملي مما يعني أن كل طالب بحاجة إلى جهاز حاسوب و ليس نهاية بطبيعة الأدوات التي يتم استخدامها من قبل الطلاب للحفر و الرسم و غيرها و التي تعتمد غالباً على الكهرباء .(مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)

2.4.3 تقييم استهلاك الكهرباء حسب عدد و طبيعة القاعات الدراسية



رسم توضيحي 6 : تقييم استهلاك الكهرباء تبعاً لعدد القاعات الدراسية في كل كلية (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)



رسم توضيحي 7 : مقارنة بين استهلاك مباني الحرم الجديد تبعاً لعدد القاعات الدراسية (مؤتمر اقتصاديات المدن الذكية ،2016)

من خلال الرسم البياني يتضح لنا أن القاعات الدراسية في كليتي الفنون والرياضة تعد أكثر القاعات استهلاكاً للطاقة الكهربائية في الحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية، وعند البحث في طبيعة القاعات الدراسية لهذين المبنيين اتضح لنا العديد من الأسباب التي تقف خلف هذا الاستهلاك نلخص أهمها كما يلي:

حجم القاعات الدراسية في هذين المبنيين كبير نسبياً مقارنة مع مساحة باقي القاعات الدراسية في الحرم الجديد.

قاعات كلية الرياضة يتم استخدامها خارج أوقات الدوام الرسمي وفي الإجازات مثل المسابح و الملاعب.

قاعات الكليتين تعتمد على أجهزة التكييف، كذلك يتم تسخين مياه البرك في كلية الرياضة في فصل الشتاء.

طبيعة التعليم في هاتين الكليتين يعتمد على التطبيق العملي الفردي ما يعني ضرورة امتلاك كل طالب للأدوات والأجهزة المطلوبة من أجهزة حاسوب شخصية و غيرها.

5.3 التحليل الاقتصادي لإستهلاك الكهرباء في جامعة النجاح الوطنية

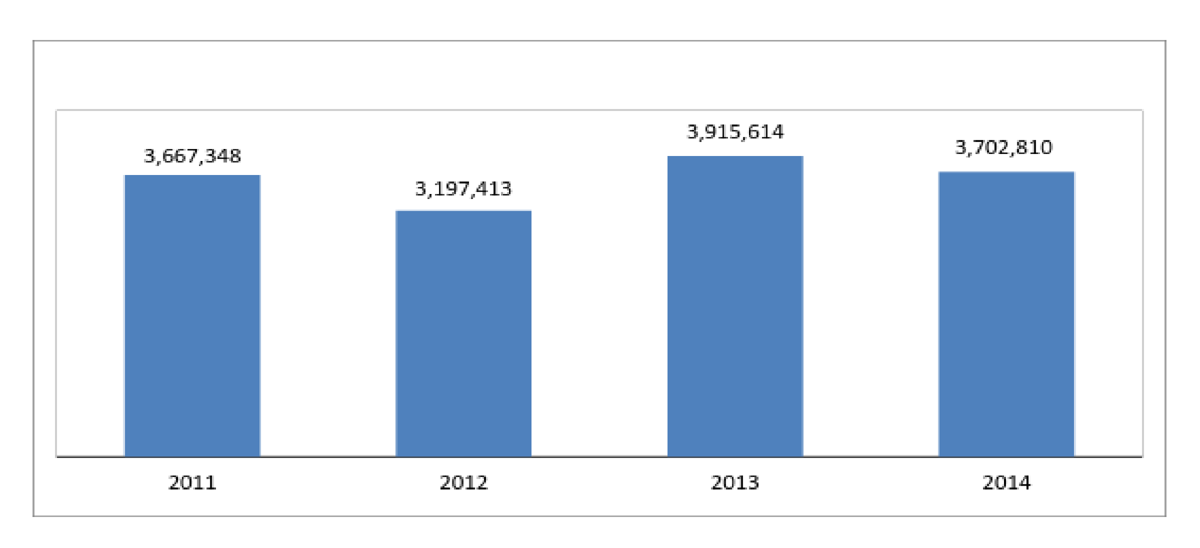
تم الحصول على البيانات التاريخية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مباني ومرافق جامعة النجاح فكان لا بد من تحليلها لمقارنتها فيما بعد بالبيانات التي تم الحصول عليها من خلال العداد الذكي وذلك لإجراء المقارنات وإبراز المفارقات، و يظهر الجدول التالي إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية بعملة الشيقل للأعوام بين 2011 و 2014 :

جدول 2 : مقارنة بين استهلاك الكليات للطاقة الكهربائية في جامعة النجاح (بيانات مالية غير منشورة)

اسم_الكلية	إجمالي استهلاك 2011	إجمالي استهلاك 2012	إجمالي استهلاك 2013	إجمالي استهلاك 2014
كلية الاداب	219564	201854	248203	243109
الإضاءة الخارجية لمباني الجامعة	495221	754324	838605	896118
هندسة	224094	229933	289056	252545
حجاوي	365733	221790	224411	512571
فنون	537591	622756	810767	708354
علوم	495420	468727	603622	527374
صيدلة	390820	212170	256184	223824
المجمع الرياضي	443967	200356	287525	251209
المكتبه / الاكاديميه	494938	285503	357242	312118

1.5.3 استهلاك الطاقة الكهربائية بالشيقل بين العام 2011 و العام 2014

تم تجميع بيانات الاستهلاك التاريخية للكهرباء في جامعة النجاح للوقوف على معدلات هذا الاستهلاك ومن ثم تحليله ، وُجد بأن البيانات المتراتبة لاستهلاك الكهرباء متوفرة بين عامي 2011 و2014 حيث كانت قيمة الاستهلاك كالتالي :



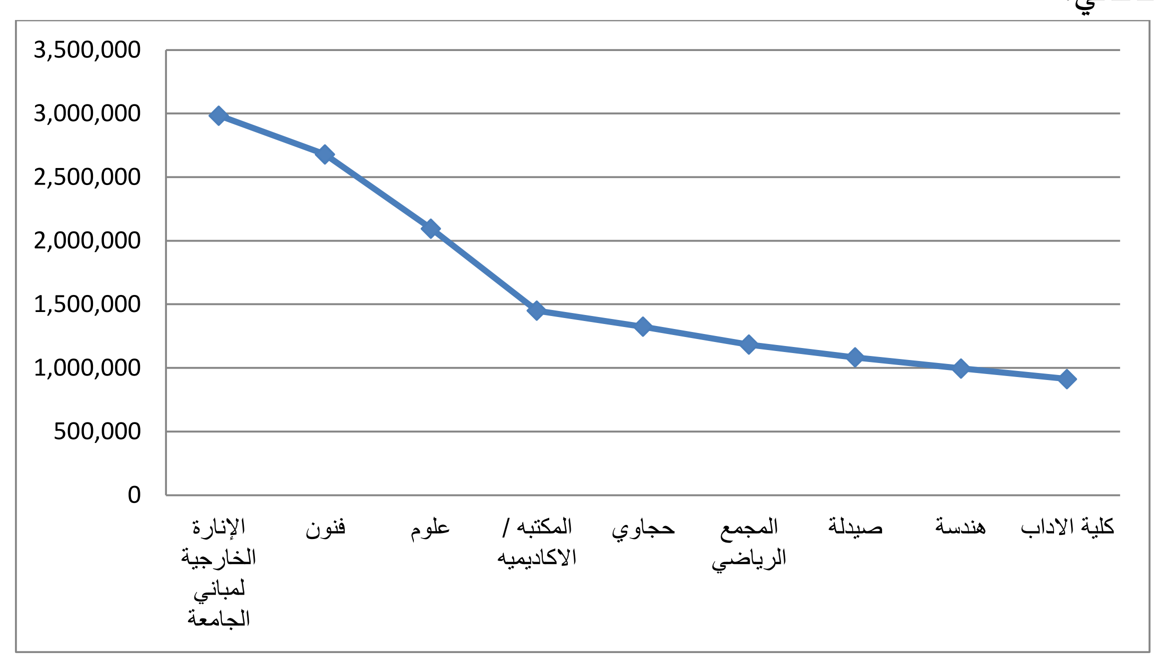
رسم توضيحي 8: استهلاك الطاقة الكهربائية بالشيقل بين العام 2011 والعام 2014

نلاحظ من الرسم البياني السابق الخاص باستهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح بين العامين 2011 و 2014 أن أكبر استهلاك للطاقة الكهربائية كان في عام 2013 حيث بلغ مبلغ الاستهلاك ذلك العام 3,915,614 شيقل، مما أوجد لنا الدافع للبحث في قنوات هذه المصاريف و تحليلها للبت في كون هذا الاستهلاك طبيعي أم أن هناك إفراط في الاستهلاك، نلاحظ من الرسم البياني أيضاً أن أقل أُستهلاك للطاقة الكهربائية كان في عام 2012 حيث بلغ مبلغ الاستهلاك ذلك العام 3,197,413 شيقل .

واضحٌ للمتتبع لاستهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح بأن هذا الاستهلاك يتسم بالتذبذب، فقد انخفض في العام 2012 عنه في العام 2011 ثم أخذ بالزيادة في عام 2013 ويعود السبب في ذلك إلى أن عدد الطلاب المسجلين في جامعة النجاح في هذا العام كان أكبر من باقي الأعوام ، قبل أن يأخذ الاستهلاك بالانخفاض مرة أخرى عام 2014 إلا أن مبالغ الاستهلاك في الأعوام الأربعة كان محصورةً بين ال 3 مليون و ال 4 مليون شيقل حيث تدخلت عدة عوامل في هذا الاستهلاك حسب تعبير الجهات المعنية داخل الجامعة تنوعت بين عوامل المناخ و مدة الاجازات في السنة ومدى الإقبال على الدراسة في جامعة النجاح وغيرها من العوامل حيث أثرت مجتمعة على معدلات استهلاك الكهرباء في هذه الفترة .

2.5.3 استهلاك الطاقة الكهربائية بين العام 2011 والعام 2014 موزعة حسب المرافق و المباني

تم توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية بين العامين 2011 و 2014 حسب المباني و المرافق لتحديد المرافق الأساسية التي تقف خلف المبالغ التي تدفع لتغطية تكاليف الاستهلاك في الجامعة كذلك لتحديد المرافق ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة الكهربائية لدراستها وتحليلها ومحاولة استنساخها في المرافق الأخرى إن أمكن ذلك في خطوةٍ لتقليل الاستهلاك، و كان استهلاك مرافق الجامعة كالتالي:



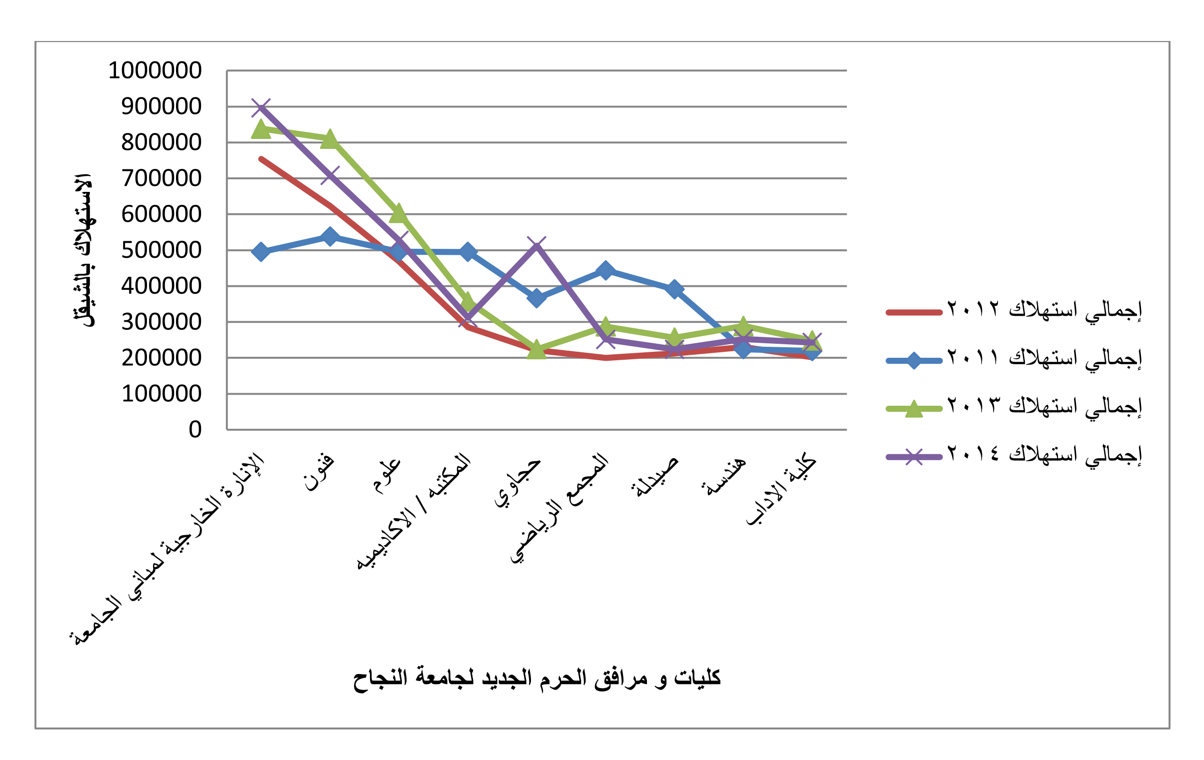
رسم توضيحي 9 : إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية بين العام 2011 والعام 2014 موزعة حسب المرافق و المباني

نلاحظ من الشكل المرفق الخاص باستهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح بين العامين 2011 و 2014 و الموزعة حسب المرافق أن أكبر استهلاك للطاقة الكهربائية كان من خلال الإنارة الخارجية لمباني الجامعة حيث بلغ مجموع الاستهلاك 2,984,268 شيقل يليله مبنى الفنون حيث بلغ مجموع الاستهلاك 2,679,468 شيقل أما أقل المرافق استهلاكاً للطاقة الكهربائية فكان مبنى كلية الآداب حيث بلغ مجموع الاستهلاك 912,730 شيقل .

يلاحظ بأن هناك فروقات كبيرة بين المبالغ الخاصة بأكثر المرافق استهلاكاً للكهرباء (الإنارة الخارجية لمباني الجامعة) وبين أقل المرافق استهلاكاً للكهرباء (مبنى كلية الآداب) و يعود السبب في ذلك إلى أن الإنارة الخارجية لمباني الجامعة تبقى مضاءة بشكل يومي طوال الليل في أيام الدوام وأيام الإجازات كما أن الإنارة الخارجية لمباني الجامعة تشمل في استهلاكها العديد من التوابع فهي على سبيل المثال لا الحصر تشمل في استهلاكها غرف موظفي الأمن، و عند العودة إلى الأسباب وراء الاستهلاك المرتفع لبعض المرافق وُجدَ أن أهم هذه الأسباب يكمن في أعداد الطلاب التي ترتاد هذا المرافق بالإضافة لأعداد المدرجات و المختبرات التي تستهلك أضعاف قاعات التدريس الأخرى فمختبرات الحاسوب مثلاً تحتوي عشرات أجهزة الحاسوب بالإضافة لنظام تكييف و تبريد و من حيث المساحة فهي تمتلك مساحة أكبر من قاعات التدريس و بالتالي فهي تحتاج نظام إضاءة أكبر وهذا كله يؤدي إلى استهلاك مضاعف للطاقة الكهربائية .

3.5.3 اتجاه استهلاك مرافق و مباني الجامعة للطاقة الكهربائية بين العام 2011 والعام 2014

بعد التعرف على استهلاك مرافق ومباني الجامعة التجميعي للطاقة الكهربائية ما بين العام 2011 والعام 2014 وُجدَ بأن هناك تباين كبير في الاستهلاك بين الكليات مما أوجد الدافع لمعرفة الاستهلاك التفصيلي لكل عام من هذه الأعوام الأربعة لإيجاد إذا ما كان هذا التباين متواجد و ثابت لكل الأعوام أم هو خاص بعام واحد طغت بياناته على المعدل العام لاستهلاك هذه المرافق فكان الاستهلاك التفصيلي لمباني ومرافق الجامعة بين العام 2011 والعام 2014 كما هو موضح في الرسم البياني التالي :



رسم توضيحي 10 : اتجاه استهلاك مرافق و مباني الجامعة للطاقة الكهربائية بين العام 2011 و العام 2014

نلاحظ من الرسم البياني المرفق أن استهلاك الإنارة الخارجية لمباني الجامعة وكلية الفنون (أكثر مرفقين من مرافق الجامعة استهلاكاً للكهرباء) أخذ بالازدياد بشكل متتالي منذ العام 2011 وحتى عام 2014 مما جعلهم يحافظون على ترتيبهم كأكثر مرافق جامعة النجاح استهلاكاً للكهرباء، أما استهلاك كلية الآداب (أقل المرافق استهلاكاً للكهرباء) فيتّسمُ بالثبات نوعا ما حيث أن الزيادة في معدلات الاستهلاك لم تكن شاسعةً كما هو الحال في المرفقين السابقين ، نلاحظ أيضاً أن استهلاك المجمع الرياضي و المكتبة و كلية الصيدلة انخفض بشكل ملحوظ عما كان عليه في عام 2011 . أما استهلاك كلية الهندسة فيمتاز بالثبات الى حدٍ ما .

6.3 خاتمة الفصل

بعد تحليل استهلاك كليات ومرافق جامعة النجاح للطاقة الكهربائية في هذا الفصل فإنه واضح للناظر بأن هناك مرافق تستحوذ على الاستهلاك الأكبر من الطاقة الكهربائية بحيث تستهلك أكثر من 3 كليات مجتمعةً في بعض الأحيان، وقد تم وضع بعض الاحتمالات والفرضيات لأسباب هذا لاستهلاك وتحليل مدى صحة هذه الفرضيات و مطابقتها للواقع، إلا أنه وعند مقارنة هذه الفرضيات بالاستهلاك الفعلي للطاقة الكهربائية وُجِدَ بأن أهم العوامل التي تؤثر على معدل

الاستهلاك في كل مبنى خليطٌ بين أعداد الطلاب الذين يخدمهم المبنى، بالإضافة لطبيعة القاعات الدراسية فالمسابح الرياضية و مختبرات الحاسوب على سبيل المثال لا الحصر تستهلك أضعاف أضعاف الاستهلاك الذي يحدث في القاعات الدراسية التقليدية، و أخيراً فإن العوامل المناخية أيضاً تتحكم في طبيعة الاستهلاك ففي فصل الصيف مثلاً تكون معدلات تشغيل الإضاءة أقل منها في الشتاء في المقابل فإنه يتم تشغيل المراوح والمكيفات في فصل الصيف.

بعد الوقوف على المعدلات الحقيقية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مرافق الجامعة و الأسباب الكامنة وراء هذا الإستهلاك سيتم في الفصول المقبلة سرد أفضل التطبيقات الإلكترونية وأكثرها ملائمة لطبيعة مباني ومرافق الحرم الجديد في جامعة النجاح الوطنية بغية إدراج أساليب وتقنيات جديدة في مرافق الجامعة ومحاولة إحلالها مكان التجهيزات القديمة إذا ما تم التأكد من نجاعتها من الناحية الإقتصادية و أنه بهذا الإحلال سيكون هناك انخفاض نوعي في المبالغ التي تدفع لتسديد فاتورة الكهرباء التي تسجل على الجامعة .

الفصل الرابع

عدادات الكهرباء الذكية

1.4 مقدمة الفصل

بعد تحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح الوطنية في الفصل السابق فإنه واضح للناظر أن حجم المبالغ التي تقوم الجامعة بدفعها ملفتٌ للانتباه حيث قاربت 4 مليون شيقل سنويا، مما أوجد لنا الدافع للبحث في قنوات هذا الاستهلاك و مصارفه بهدف تحليله والعمل على إيجاد البدائل إذا ما تبين أن هناك إفراط في الاستهلاك، و عند البحث في الأساليب الموجودة و التي من الممكن أن تسهل علينا هذه المهمة وجدنا ضالتنا في عدادات الكهرباء الذكية (smart meters) حيث أن من خصائصها تزويد المستخدم بمقدار الطاقة الكهربائية التي يتم استهلاكها خلال الفترة التي يتم تحديدها والذي هو أساس بحثنا .

هناك عدد كبير من العدادات الذكية التي يمكنها تزويدنا بمقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال الفترة التي يتم تحديدها من قبل المستخدم إلا أن جزء كبير من هذه العدادات لا يتوافق وطبيعة شبكة الكهرباء الموجودة في الجامعة، اذ ان العديد منها مصمم للعمل ضمن شبكة كهرباء ذكية، سنقوم في هذا الفصل بتعريف المقصود بمصطلح عدادات الكهرباء الذكية و خصائصها و محاولة اختيار عداد يتوافق وطبيعة شبكة الكهرباء الموجودة في جامعة النجاح و مدينة نابلس بشكل عام لاستخدامه في الفصل القادم (الجزء التطبيقي) من هذه الدراسة .

2.4 شبكة الكهرباء الذكية

شبكة الكهرباء الذكية هي طريقة جديدة تُعنى بكيفية و آلية إنتقال الطاقة الكهربائية من مكان لآخر ومن ثم توزيعها، كذلك الأساليب المتبعة للتخطيط لها وطرق قياسها، وهو يدعم متابعة و رصد نظم ومصادر الطاقة المتجددة و يسير ذلك باتجاهين يتم الأول منهما عبر نظام اتصال و الآخر يتم من خلال نظام التوليد للطاقة الكهربائية الموزع، إن الكفاءة في نقل وتوزيع مصادر الطاقة بشكل عام و الطاقة الكهربائية بشكل خاص هي مطلب رئيس لجميع السكان و المجتمعات والاقتصادات في العالم.

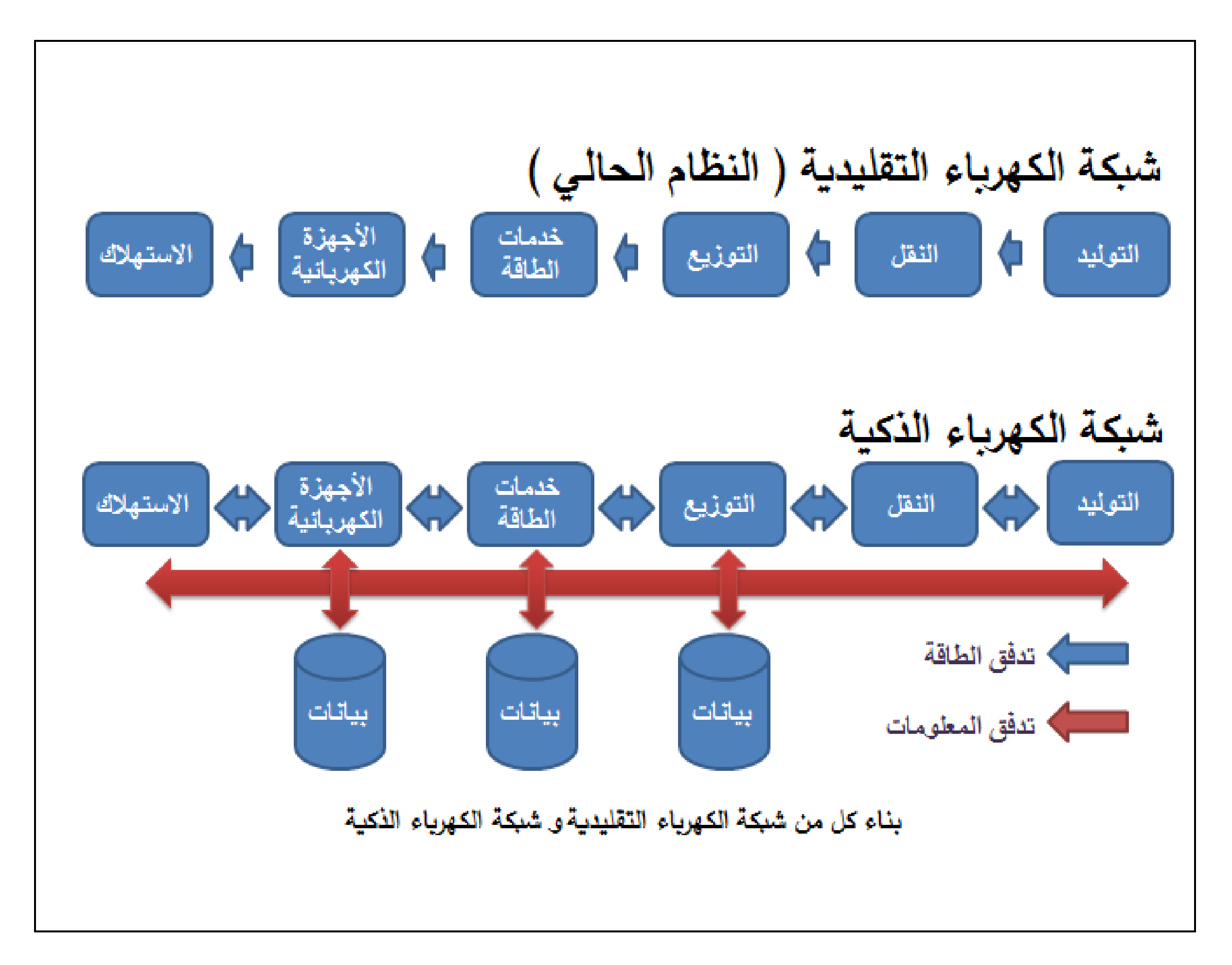
و ليتم تصنيف شبكة كهرباء على أنها شبكة ذكية يجب أن تدعم الخصائص التالية:

- المرونة : وذلك بالاستجابة لاحتياجات العملاء وتلبيتها في أسرع وقت، كذلك سرعة الاستجابة للتغيرات المفاجئة منها بالإضافة للتحديثات المخطط لها دون أن يؤثر ذلك على كفاءة الخدمة المقدمة.
- سهولة الوصول إليها: ضمان الوصول إلى جميع المستهلكين.
- أن تنال ثقة المستخدم النهائي : تحسين الأمن وجودة الخدمة المقدمة .
- أن توصف بأنها اقتصادية : كفاءة إدارة الطاقة و تنظيمها و المنافسة من قبل مزوديها .

وتتميز شبكة الكهرباء الذكية على نظيرتها شبكة الكهرباء التقليدية في إنشاء تدفق للمعلومات في اتجاهين بين الموردين والمستخدمين النهائيين بالإضافة إلى تدفق التيار الكهربائي خلالها، هذا ويتم توفير المال والجهد في الشبكة الذكية الجديدة مقارنة مع الشبكة التقليدية؛ ففي شبكة الكهرباء التقليدية كان مبدأ ومنهجية العمل يعتمد أولاً وأخيراً على جهد وحركة الموظفين والفنيين، فشركات الكهرباء التقليدية تكلف موظفيها بزيارات ميدانية إلى منازل العملاء لتسجيل استهلاكات الكهرباء يدويا و بشكل دوري وشهري بالإضافة لتكليف فنييها بتنفيذ إجراءات الصيانة المناسبة مما يعني الاعتماد بشكل أساسي على الجهد البشري و توظيف كادر ضخم بهدف الوصول للكفاءة في تقديم الخدمة وتحصيل الحصة السوقية المنشودة و مجاراة المنافسين وهذا كله يؤدي إلى زيادة التكاليف و إرهاق الموظفين بالإضافة إلى أن احتمالية ضياع الموارد و سرقتها واردة لأن من يقوم على المراقبة والمتابعة من العنصر البشري عاجز على متابعة الاستهلاك بشكل دقيق وتفصيلي.

إن شبكات الكهرباء الذكية تأتي بأساليب جديدة لفهم سوق الكهرباء، و تحمل على عاتقها مسؤولية خفض التكاليف التشغيلية بشكل كبير حيث باتت هذه التكاليف غير ضرورية في خضم التكنولوجيا والمعدات المستخدمة و التي تمكن الموظفين من التحكم ومراقبة الاستهلاك و أداء الشبكة بشكل كامل عن بعد وذلك بفضل شبكة أكثر كفاءة ومرونة، وسيتم من خلال هذه الشبكة تحقيق وفورات كبيرة لكل من تجار التجزئة والعملاء النهائيين، حيث بدأت العديد من الشركات والمنازل بتوليد الطاقة الكهربائية بشكل فردي، معتمدين على مصادر الطاقة الكهربائية المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية وهذا يعني أن آلية توزيع الكهرباء التقليدية أصبحت منتهية

الصلاحية ولا يؤخذ بها حيث ان فرضية تدفق الطاقة في اتجاه واحد من محطات إنتاج الطاقة إلى المستهلك النهائي لم تعد صالحة، فشبكة الكهرباء الذكية تهدف إلى تمكين المستهلكين النهائيين و الذين يقومون بإنتاج الطاقة الكهربائية بشكل فردي من بيع فائض الطاقة إلى شركات الكهرباء مما يؤدي إلى تحقيق الاستفادة والربح لكلا الطرفين .



رسم توضيحي 11 : مقارنة بين شبكة الكهرباء التقليدية و شبكة الكهرباء الذكية

(Yago Martinez Parrondo ,2011)

إن عملية التحول إلى شبكة الكهرباء الذكية تحتاج لإنفاق المليارات في مجال البحث والتطوير بالإضافة إلى مئات آلاف الساعات من العمل الدؤوب من قبل الباحثين في مجال الطاقة؛ و يهدف ذلك كله لإخراج السمات التي خُطِطَ لتكون ضمن مزايا شبكة الكهرباء الذكية إلى النور و للوقوف على مشاكل شبكة الكهرباء التقليدية و تفاديها .

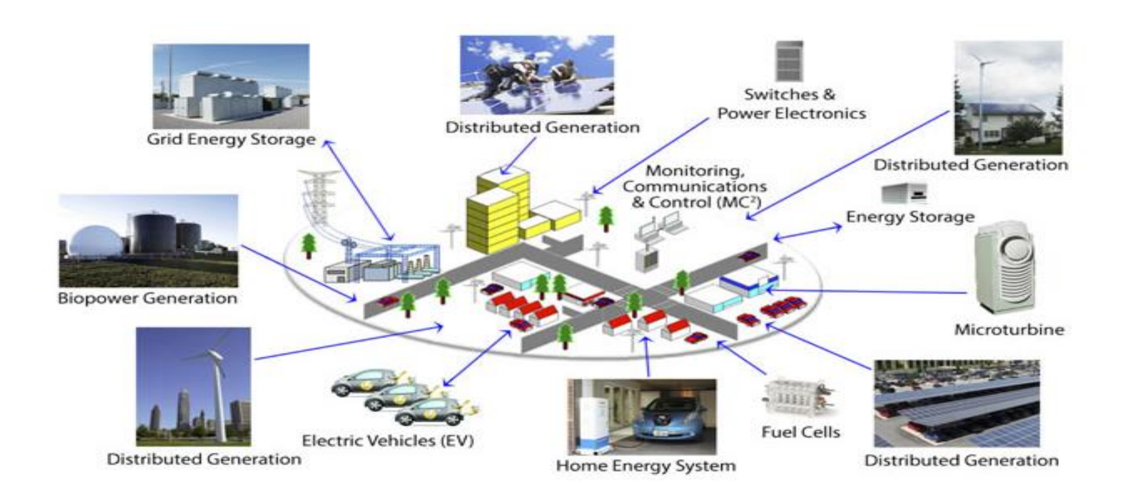
السمات الرئيسة التي يجب أن تتوافر في شبكة الكهرباء الذكية:

- تدفق التيار الكهربائي باتجاهين .
- اكتشاف توقف الخدمة و وجود الأعطال بشكل آلي و عملية علاج العطل بشكل الذاتي حال حدوث الأعطاب .
- زيادة كفائة تزويد الكهرباء للمستهلكين النهائيين .
- تقليل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المصدرة إلى الجو .
- التحول إلى اللامركزية في توليد الطاقة الكهربائية والتحكم بها .
- استخدام تعريفة مختلفة لاستهلاك الطاقة الكهربائية بحيث يتم زيادة تكلفة الاستهلاك وقت الذروة لدفع الناس إلى تقليل الاستهلاك في ذلك الوقت .
- استخدام أنظمة التحكم الديناميكية والتي توفر مستويات متميزة في التحكم و الأمان و نوعية الطاقة المنتجة .
- توفر خطين للاتصال بين المزود للطاقة الكهربائية و المستخدم النهائي .
- وجود تفاعل مع المستخدم النهائي ، بحيث يقوم المستخدم باختيار المصدر الذي يود استخدامه في أي وقت يريده ، فبإمكانه اختيار استخدام الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة في الصباح و الاعتماد على مزود الكهرباء في المساء وهكذا .
- المساحة المتاحة لإدارة والتحكم بالطاقة كبيرة نظرا لوجود العديد من الخيارات المثالية المساندة .
- تكامل مثالي مع مصادر الطاقة المتجددة .
- إتاحة الامكانية لتغطية ضعف حجم الاستهلاك بسلاسة من خلال إضافة بعض المولدات حيث يتم اضافتها و تركيبها بصورة منفصلة عن الهيكل القديم ومن ثم يتم استغلال ذات البناء لتغطية هذا لاستهلاك المضاعف. (Parrondo ,2011)

1.2.4 شبكة الكهرباء الصغيرة Micro grids

إن أعلى مستوى للطاقة يمكن لشبكة الكهرباء الذكية التعامل معها هي 50 ميجا واط ، وهذا المقدار كبير جدا، أما في حال كنا نخطط لإنشاء شبكة صغيرة في مكان معزول هناك خيار أفضل من شبكة الكهرباء الذكية و يناسب هذه الحالة بشكل مميز، نحن نتكلم الآن عن مفهوم شبكات الكهرباء الصغيرة Micro grids .

ويمكن تعريف شبكة الكهرباء الصغيرة Micro grid على أنها شبكة ذات جهد منخفض يتم التحكم فيها بشكل لا مركزي جنبا إلى جنب مع أجهزة التخزين المحلية مما يوفر الكفاءة في الإنتاج والنقل والتوزيع مما يسهل عملية السيطرة عليها. وإذا بحثنا عن المزايا التي تميز هذه الشبكة الصغيرة عن غيرها فسنجد أن أهم هذه المزايا هو مرونة العمل بشكل متصل أو منفصل عن الشبكة الكهربائية الذكية الأم نظراً للظروف القائمة فيمكن أن تعمل هذه الشبكة بشكل منفصل، في أيسلندا على سبيل المثال شبكة الكهرباء المستخدمة هي شبكة كهرباء صغيرة Micro grid و تعمل بكفاءة و فعالية مرتفعة ودون الحاجة للاتصال مع المركز مما يعني أنه بإمكانها العمل ككيان مستقل بحد ذاته عن الشبكة المركزية وهذه ميزة جد عظيمة و مفيدة للمناطق النائية صعبة الوصول والاتصال أو تلك المناطق كثيرة الكوارث. (nyserda , 2013)



رسم توضيحي 12 : شبكة الكهرباء الصغيرة Micro grid

(nyserda ,2013)

شبكة الكهرباء الصغيرة Micro grid يمكنها التحكم بقدرة كهربائية تصل الى 10 ميجا واط ، و للوصول لوضع عمل سليم و ذو كفائة عالية لا بد من تواجد مصدر الطاقة الكهربائية في منطقة مجاورة للمنطقة الجغرافية المراد تغطيتها للتغلب على المشاكل الممكن أن تعترض عمل الشبكة أثناء النقل و عند توريد الطاقة .

ان استخدام مثل هذه الشبكات يمكن أن يكون فعالا و ناجعا في بعض البيئات غير التقليدية مثل :

- المستشفيات ذات البناء المعقد .
- الجامعات .
- سيرفرات الكمبيوتر.
- القواعد العسكرية .
- المختبرات العلمية .
- في المناطق التي تعنى بإنتاج الطاقة الكهربائية بشكل ذاتي بهدف التحكم بالطاقة المنتجة و التعرف على نوعيتها و رفع كفاءتها .

2.2.4 مقارنة بين شبكات الكهرباء التقليدية والذكية حسب Praveen Vadda

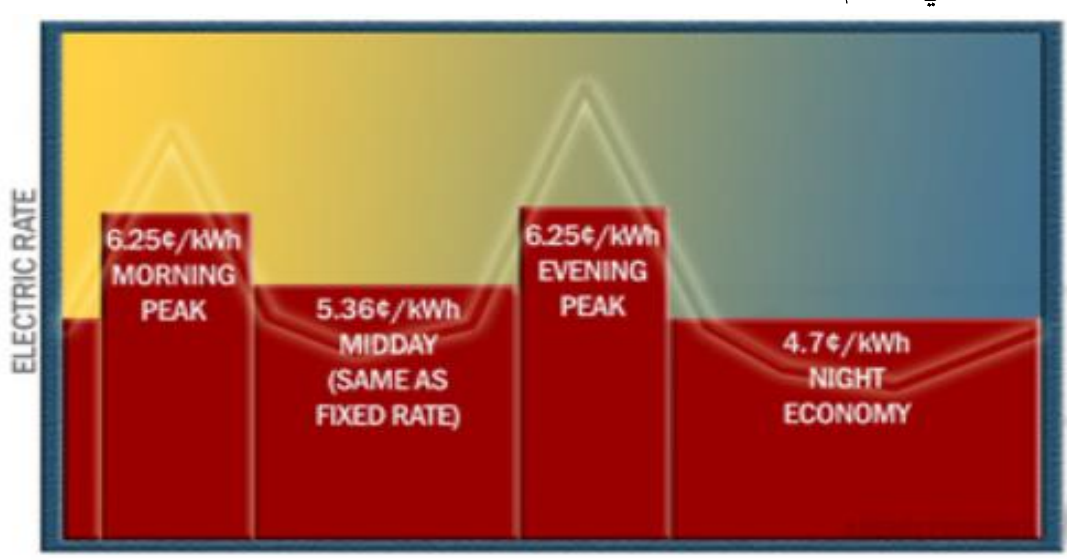
جدول 3 : مقارنة بين شبكات الكهرباء التقليدية والذكية (Praveen Vadda .2013)

شبكة الكهرباء التقليدية	شبكة الكهرباء الذكية
أجهزة كهروميكانيكية	أجهزة رقمية / معالجات دقيقة
ازدحام واختناقات	حماية و أمن و استدامة
عدادات تقليدية	عدادات ذكية
التحكم مركزي	التحكم عبر عدة نقاط منفصلة
تتم المعالجة والصيانة بشكل يدوي	الشفاء الذاتي
تدفق الطاقة يسير باتجاه واحد	تدفق الطاقة يسير باتجاهين
تدفق المعلومات يسير باتجاه واحد	تدفق المعلومات يسير باتجاهين
التكامل مع مصادر الطاقة المتجددة محدود	الاندماج والتكامل مطلق مع مصادر الطاقة المتجددة
الأسعار موحدة لاستهلاك الطاقة الكهربائية	الأسعار متغيرة لاستهلاك الكهرباء بتغير أوقات اليوم
تقدير قيمة الفواتير	الفواتير دقيقة جدا
هياكل قديمة	بناء و هياكل جديدة و مرنة
	إعطاء الوقت الحقيقي الذي تستغرقه العمليات المختلفة
	التفاعل والمشاركة مع العملاء
	مراقبة الوضع في الوقت الحقيقي
	مراقبة المنازل الذكية
	تخزين الطاقة

3.4 عدادات الكهرباء الذكية

العداد الذكي هو جهاز كهربائي مهمته الأساسية عرض بيانات الاستهلاك بشكل دقيق وحقيقي، كما أنها توفر للمستهلك النهائي إمكانية مراقبة و تحليل و التحكم بالاستهلاك الشخصي للطاقة الكهربائية.

من خلال ما سبق فإن المستخدم يصبح أقدر على التحكم بفاتورة الكهرباء التي تسجل عليه شهريا، فمثلاً إذا كانت أسعار الكهرباء مرتفعة في فترة الذروة المسائية أو في ليالي الشتاء الباردة فإن العداد الذكي يرسل تنبيهات ورسائل دلالية إلى المستخدم النهائي بأن الاستهلاك في هذه الفترة سيؤدي إلى ارتفاع قيمة فاتورة الكهرباء الشهرية وفي بعض العدادات التي تحسب قيمة الاستهلاك بالنقود فانها ستزود المستهلك بالمبلغ الحقيقي الذي يسجل عليه تبعاً للاستهلاك وبالتالي فإنها بطريقة أو بأخرى تتحكم بسلوك المستخدم حيث يهم المستهلك بالدرجة الأولى توفير المال و تقليل قيمة الفاتورة التي سيقوم بتسديدها نهاية الشهر .



رسم توضيحي 13 : نظام التعريفة غير الموحد تبعا لأوقات اليوم (Jamie Gilchrist , 2012)

تعد هذه العدادات الحديثة حجر الأساس لبناء وانتشار شبكة الكهرباء الذكية المزمع اعتمادها في الوقت الحالي كبديل لشبكة الكهرباء التقليدية التي بات استبدالها أمرا حتميا مجمع عليه من قبل القائمين على كل من السياسة و الاقتصاد و البيئة و المناخ، و دون هذه العدادات الذكية فإنه لا سبيل لتحقيق الأهداف المرسومة من إنشاء بيئة تفاعلية وتشاركية مع المستخدم النهائي، حيث أن المستخدم النهائي محتاج للتعرف على معدل الاستهلاك الشخصي من الطاقة الكهربائية سواء في بيته أو في مقر عمله أو غيرها و مهتم به و تعد عدادات الكهرباء الذكية أنجع الحلول الموجودة لتلبية هذه الحاجة وإشباع هذا الاهتمام .

تم إطلاق اسم الذكي على العدادات الحديثة لأنها تقوم ب:

- إعلام المستهلكين عن مقدار استهلاكهم الفعلي من الطاقة والتكاليف المصاحبة و ليس أخيرا بإعلامهم عن معدل انبعاثات الكربون المرتبطة بهذا الاستهلاك .
- تمكين العملاء من اتخاذ خيارات ذكية عند استخدام الطاقة الكهربائية .
- توفير بيانات استهلاك الطاقة والمياه وما يتبعها من توفير للنقود نظرا للتأثير على سلوك المستهلك والذي يُمكن العملاء من تحقيق وفورات للتكاليف عند أي استهلاك مشابه . (Jamie Gilchrist , 2012)

الوظائف الثلاثة الرئيسة التي توفرها العدادات الذكية :

- قياس كمية استهلاك / إنتاج الكهرباء .
- التحكم عن بعد في الاستهلاك ، حيث يتم تحديد مصادر الطاقة الذي يود المستهلك تفعيلها و أيهم يود ايقافها إذ أنه يتعامل مع أكثر من مصدر للطاقة .
- التحكم عن بعد في كمية الكهرباء المتاحة للاستخدام (أقصى استهلاك متاح خلال كل فترة من فترات اليوم نظرا للتكلفة التابعة و نشاط المستخدم النهائي) .

1.3.4 خصائص و مزايا عدادات الكهرباء الذكية

لقد تطورت المزايا و الخصائص التي يمتلكها العداد الذكي بشكل كبير مقارنة مع عدادات الكهرباء التقليدية ، وهذا التطور اَخذ بالتسارع يوما بعد يوم حيث نرى اصدارات جديدة من هذه العدادات بشكل شهري و من قبل أكثر من شركة و نلاحظ في العديد من الاصدارات خيارات مستحدثة وجديدة متاحة لكل من المستخدم النهائي و الشركة المزودة للطاقة على حد سواء مما يسهم في زيادة الكفاءة نظراً لزيادة المنافسة وتقدم البحث العلمي بهذا الخصوص .

وقد أجمل CARL WALLANDER في دراسة أجراها عام 2015 الخصائص التي تمتلكها عدادات الكهرباء الذكية الحديثة بالتالي:

- القدرة على مراقبة الاستهلاك: وذلك من خلال زيادة الثقة وتحسين الجودة وتعزيز الأمن و الحماية .

- قطع وإعادة الاتصال بشبكة الكهرباء الأم بشكل آلي عن بعد: وتبرز أهميته للشركة المزودة عند حدوث المشاكل أو عند إجراء عمليات الصيانة كذلك فهو مهم للشركة لإدارة الطاقة عند وجود حمل زائد أما بالنسبة للمستخدم النهائي فإن فائدتها تكمن في تيسير عملية التحكم والمراقبة عن بعد .
- نقل البيانات عبر الشبكة بشكل آمن و برموز مشفرة: الحماية هي أحد المخاوف الرئيسة عند المستخدمين عند تفكيرهم في اقتناء عداد كهرباء ذكي، حيث ان عملية إرسال بيانات الاستهلاك بشكل متتابع (كل 15 دقيقة مثلا) يؤدي إلى كشف حقيقة تواجد المستخدم في البيت وهل البيت فارغ أم لا من خلال تَتَبُع الاستهلاك للطاقة الكهربائية وهو ما يشكل خطرا كبيرا حال وصول هذه المعلومات للمجرمين أو غيرهم من الأشخاص غير المرغوب بوصول هذه البيانات لهم، جهود كبيرة ومبالغ ضخمة (مليارات الدولارات) أنفقت وما تزال تنفق لحماية بيانات المستخدم .
- إدارة عملية انقطاع الكهرباء و استعادتها: حيث تدعم العدادات الذكية من خلال المجسات و أجهزة الاستشعار التي تمتلكها عملية الشفاء الذاتي والتعرف على المشاكل و أماكن انقطاع خدمة التيار الكهربائي في داخل الشبكة في أسرع وقت ممكن وحلها في خطوة لتحسين الأداء والخدمة المقدمة .
- قياس ثنائي الاتجاه للتيار الكهربائي: ففي شبكات الكهرباء الذكية لم يعد المستخدم النهائي مستهلكاً للكهرباء فحسب ، بل هناك العديد من المستخدمين أصبحوا يمتلكون مصدر ذاتي لتوليد الطاقة الكهربائية وهو في الغالب يعتمد على المصادر الصديقة للبيئة ، ففي حال شكلت الطاقة المنتجة لدى العميل فائضا عن استهلاكه فبإمكانه بيع هذا الفائض لشركة الكهرباء المزودة .
- التنبيه : و يحدث عند حدوث تحول كبير في استهلاك الكهرباء من قبل المستخدم و الذي ربما يكون نتيجة تسرب للطاقة هنا أو هناك أو قيام أحد الأشخاص بسرقة الطاقة من المستخدم كذلك في حال استبدال جهاز كهربائي بآخر وكان الجهاز المستبدل يستهلك

الطاقة بشكل كبير للغاية. بالإضافة لتنبيه العميل عند تغير أسعار الكهرباء حيث تقوم الشركة تنبيه العميل لهذه الزيادة .

- مدة ارسال البيانات وتحليل البيانات متغيرة: لكل بلد من البلدان سياسة خاصة لإدارة الطاقة و تحليل الاستهلاك فهناك من تعتمد ارسال البيانات من العدادات الى الشركة المزودة كل 15 دقيقة و هناك أكثر وهناك أقل، حيث يتم تحليل هذه البيانات و اعادة تغذية راجعة بشكل تفصيلي للاستهلاك الحقيقي .
- ديناميكية تعريفة الأسعار: حيث إن أسعار الاستهلاك ليست موحدة على مدار النهار والليل بل هي متغيرة تبعاً لعدة عوامل أهمها أوقات الذروة و تغير فصول السنة (في الشتاء مثلاً الأسعار أعلى منها في الشتاء) و هي طريقة لإدارة الطاقة و إجبار العملاء على تقنين استهلاك الكهرباء و البعد عن الإسراف.
- التحكم وإدارة الطلب للطاقة: سيكون بإمكان الشركة المزودة للطاقة الحد من استهلاك الطاقة في حالات العجز في إنتاج الطاقة، حيث يتم إبلاغ المستخدمين النهائيين بمقدار الطاقة المتاح لهم استهلاكها وأنه سيتم إيقاف التزويد في حال تجاوز هذا المقدار ما يعني إدارة الطاقة بطريقة مهنية بحيث يتم تزويد جميع المستخدمين بالطاقة ومنع الإفراط في الاستهلاك .
- الكشف عن العبث: حيث يتم تزويد عداد الكهرباء الذكي بأجهزة استشعار كهروضغطية تنبه الشركة في حال قيام أحد المستخدمين بالعبث في العداد أو محاولة نقله من مكان لآخر مما يقلل من حالات سرقة التيار الكهربائي التي تعاني منها شركات الطاقة الحالية بسبب استخدام العدادات التقليدية .
- تنوع أساليب عرض الإستهلاك: حيث بإمكان العميل اقتناء أجهزة تابعة للعداد الذكي أو ربطها بالهاتف النقال من خلال تحميل برنامج معين ، وبذلك يصبح العميل قادرا على التعرف على استهلاك الأجهزة الكهربائية وهو خارج المنزل أو في سفره .
- نقل البيانات إلى مركز الشركة المزودة بشكل آلي : من شأن هذا أن يقلل من الجهد والإنفاق ، فمثلاً يعد انتقال الموظفين إلى منازل المستخدمين و تسجيل استهلاكهم للطاقة

كما هو معمول بها الآن أمراً لا حاجة له حيث أن الاستهلاك ينتقل بشكل دوري وتلقائي إلى مركز الشركة المزودة للطاقة و يتم احتساب قيمة الطاقة المستهلكة و المبالغ المترتبة على هذا الاستهلاك عن بعد .

- تصدير بيانات الفواتير : حيث أن المستخدم النهائي بإمكانه تحميل قيمة استهلاكه للطاقة الكهربائية بالشكل الذي يراه مناسباً، فبإمكانه تحميلها بشكل يومي أو أسبوعي أو شهري وهو ما يمكنه من إجراء عمليات التحليل لهذا الاستهلاك باستخدام برامجه الخاصة والتعرف على قيمة الاستهلاك و مبلغه بشكل مسبق قبل ورود فاتورة الاستهلاك .
- تحديث أنظمة التشغيل و البرامج المحملة على العدادات الذكية عن بعد: حيث أن الشركة المزودة بإمكانها تحديث إصداراتها القديمة أو حل المشاكل الموجودة في الأنظمة السابقة عن بعد عن طريق تحميل الاصدارات الجديدة ، كذلك بإمكان الشركة المزودة للطاقة إضافة مزايا و خصائص مستحدثة وجديدة للعدادات الذكية. (WALLANDER,2015)

2.3.4 حالات دراسية دولية

تم استخدام وتطوير عدادات قياس استهلاك الكهرباء في الآونة الأخيرة بشكل كبير و خاصةً في السنوات العشر الأخيرة، تم استخدام بعض هذه العدادات على نطاق واسع حيث استثمر رأس مال ضخم لتغطية المساحات الواسعة التي تم نشر العدادات فيها، و في عام 2007 كانت أكبر عمليات استبدال عدادات الكهرباء الذكية في عدد من دول أوروبا حيث تم نشر تفاصيلها ونتائجها فيما بعد للعالم أجمع مما لاقى ترحيباً بهذه التجربة و محاولةً لاستنساخها في أمريكا وباقي دول أوروبا .

وفيما يلي سيتم عرض سبع حالات دراسية تمت في سبع دول مختلفة حيث سيتم المقارنة بينها ومن ثم تقييمها للوصول لأكثر هذه التجارب نجاحاً ومحاولة إسقاط زبدة هذه التجارب على الحرم الجديد في جامعة النجاح حيث أننا سنبدأ من حيث انتهى الآخرون وليس من الصفر .

الدول السبع الذين تم دراسة تجاربهم مع عدادات الكهرباء الذكية هم :-

- أستراليا

- كندا
- الولايات المتحدة الأمريكية (هناك حالتان دراسيتان تم تسجيل بياناتهم في الولايات المتحدة الأمريكية)
- السويد
- إيطاليا
- إيرلندا الشمالية

حيث سيتم سرد البيانات التالية كما وردت في بحث ل Jamie Gilchrist قام بنشره عام 2012.
تضمن كل حالة دراسية معلومات عن تجربة بلد معين في استبدال العدادات التقليدية بعدادات ذكية لقياس استهلاك الكهرباء بشكل أساسي حيث قامت بعض الدول في استخدامه لقياس استهلاك الغاز وغيرها إلا أننا سنركز على محور دراستنا وهو قياس وتنظيم استهلاك الطاقة الكهربائية من خلال عدادات الكهرباء الذكية ، وفيما يلي مقارنة العدادات التي تم استخدامها لإجراء المقارنات .

جدول 4 :حالات دراسية دولية (Jamie Gilchrist,2013)

الحالة الدراسية	اسم المنتج	الميزات	التكلفة التقديرية للعداد
أستراليا	Emetrion 1021	قياس الاستهلاك و التحكم ثنائي الاتجاه ، خيارات تعريف الأسعار متعددة ، فواتير تفصل وقت الاستهلاك ، نظام دفع مسبق ، التحكم عن بعد (الاتصال وقطع الاتصال) ، التوزيع الأمثل للطاقة ، كشف انقطاع الخدمة و اصلاحها عن بعد ، قياس نوعية الطاقة وأداء الخدمة ، الكشف عن العبث في العدادات	260$ US
الولايات المتحدة الأمريكية (الحالة الدراسية الأولى)	GE Watt-hour Meter	التعرف على استهلاك الكهرباء بسلاسة بمجرد الاتصال بشبكة الإنترنت ، التحكم عن بعد (الاتصال وقطع الاتصال ، تسجيل القراءات كل ساعة ومن ثم يصبح بإمكان المستخدم النهائي الوصول إليها وقراءتها، نظام التعرفة المتغيرة لإٍعار الاستهلاك خلال اليوم	160$ US

الولايات المتحدة الأمريكية (الحالة الدراسية الأولى)	عدادات SCE	توفر معلومات تفصيلية عن استهلاك اليوم في اليوم التالي عبر الاتصال بشبكة الإنترنت ، فعيل العداد عبر شبكة الانترنت ، قراءة الاستهلاك كل ساعة ، خيارات التعرفة السعرية المتغيرة ، الدعم عبر شبكة الانترنت حيث يتم تحديث إعدادات العداد و برمجته عن بعد	US$ 220
إيطاليا	عدادات ENEL	اتصال ثنائي الاتجاه ، قراءة استهلاك المستخدم عن بعد ، كشف عمليات السرقة والعبث في العدادت ، تفعيل و تعطيل العدادات عن بعد	US$ 90
كندا	Itron Residential Meter	اتصال ثنائي الاتجاه ، حرية التنقل بين موردي الطاقة الكهربائية ، هناك خصائص اضافية ممكن لموردي الطاقة أن يحملوها على العدادات وفرض رسوم إضافية على المستخدمين إذا فاق استهلاكهم السنوي حداً معيناً	US$ 110
السويد	Actaris	معلومات أكثر وأدق حول الاستهلاك ، توافق أكبر بين الاستهلاك الحقيقي و فاتورة الاستهلاك ، سهولة التحويل بين المزودين ، التكاليف الإجمالية لهذا المشروع سيتم دفعها بشكل غير مباشر من خلال المستخدم النهائي ، الارباح سترتفع قرابة 80 مليون دولار	US$ 190
إيرلندا الشمالية	NIE	عرض المبالغ التي دفعت على استهلاك الكهرباء مؤرخة و مسجلة بأوقات الاستهلاك الحقيقية لآخر 5 شهور ، لا يتم قطع الاتصال في أيام العطل الرسمية ولا في إجازة نهاية الأسبوع	US$ 170

4.4 عداد الكهرباء الذكي عبر المقابس (المقبس الكهربائي الذكي)

أخذت الحياة البشرية في الآونة الأخيرة بالتطور بشكل سريع جداً ما جعل عملية الإلمام التام بجديد العلوم في شتى المجالات أمّر صعب بل مستحيل، ومن ضمن المجالات العلمية والتكنولوجية الحديثة التي شُهِدَ للقائمين عليها بالإبداع مجال تنظيم استهلاك الكهرباء العدادات

الذكية عبر المقابس (المقابس الكهربائية الذكية) و التي أدى اعتمادها في بعض الأقاليم للتأثير بشكل كبير على مسار استهلاك الطاقة الكهربائية من قبل المستخدم النهائي وذلك بالتأثير على سلوكه وفكره العام حول الاستهلاك الأمثل للطاقة الكهربائية وتعزيز مفهوم توفير الطاقة، و يعزز استخدام هذه المقابس في المباني مفهوم المبنى الذكي حيث تدعم معظم المقابس الحديثة خاصية التحكم عن بعد عبر شبكة الانترنت من خلال جهاز الحاسوب أو الهاتف الذكي وغيره.

ويمكن تعريف المقبس الكهربائي الذكي على أنه جهاز عصري يتم وصل الأجهزة الكهربائية به بهدف تنظيم عملها و استهلاكها للطاقة الكهربائية وذلك بعد التعرف على معدل استهلاك هذه الأجهزة الكهربائية و تحليل هذا الاستهلاك بشكل تفصيلي عبر رسومات بيانية و بيانات مصحوبة بتاريخ واسم الجهاز المسؤول عن كل استهلاك، و يتم عرض هذا الاستهلاك من خلال الهاتف المحمول أو جهاز الكمبيوتر أو أي جهاز آخر محمل عليه التطبيق المصاحب لهذه المقابس الذكية عند الاتصال بشبكة الانترنت و تتصل المقابس الذكية بشبكة الانترنت من خلال الـ (Wi-Fi) و هناك طريقتين لتثبيت هذه المقابس أما بتثبيتها بشكل نهائي في الجدران أو شبكها فوق الأباريز الموجودة في البيت مما يتيح إمكانية نقلها من مكان لآخر حسب الحاجة .



رسم توضيحي 14 : المقبس الذكي (Cheng Jin , 2011)

الخصائص و المميزات

تمتلك المقابس الكهربائية الذكية العديد من الميزات الاستثنائية التي لا يمتلكها غيرها من العدادات الذكية و التي تفوقها بالسعر في معظم الحالات، حيث تتميز بالبساطة و سهولة الفهم والاستخدام وليس نهاية باستخدام تكنولوجيا التحكم عن بعد والذي يتم من خلال تفاعل المستخدم النهائي مع المقبس وما يتصل به من أجهزة عن بعد عبر اتصال كل من المقبس والمستخدم النهائي بشبكة الإنترنت والتي تعد وسيطاً في هذه الحالة .

و تمتاز المقابس الكهربائية بالخصائص الرئيسية التالية :

المساعدة على توفير الطاقة الكهربائية

تدعم المقابس الكهربائية الذكية إمكانية توفير الطاقة الكهربائية وبالتالي توفير المال و يتم ذلك عبر عدة محاور يتمثل أولها بإظهار الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية الخاص بالمستخدم النهائي، حيث يتاح للعميل طلب كشف تفصيلي باستهلاك الطاقة الكهربائية الذي تم من خلال المقبس الذكي عبر إدخال بداية ونهاية الفترة الزمنية المرادة، و يتم تفصيل الاستهلاك بالساعات لكل يوم من هذه الأيام التي طلب العميل الاستعلام عنها، أما المحور الثاني الذي يمكن للعميل من خلاله توفير الطاقة الكهربائية فيتم من خلال التحكم عن بعد بالأجهزة الكهربائية المتصلة بالمقابس وإيقاف تشغيلها حين لا تكون قيد الاستخدام كذلك في حالات نسيان إيقاف تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية قبل الخروج من المنزل فيمكن للمستخدم أن يقوم بإيقاف تشغيلها عن بعد من مكان عمله أو من أي مكان آخر بسهولة ويسر شريطة اتصاله بشبكة الانترنت و تحميل التطبيق الخاص بالمقبس الذكي على هاتفه الذكي أو جهاز الكمبيوتر الخاص به أو غيره من الأجهزة التي تدعم هذا التطبيق، أما المحور الأخير الذي يتم من خلاله التوفير فيتم عبر مقارنة استهلاك الجهاز المشبوك مع المقبس الذكي بالاستهلاك الافتراضي، ففي بعض الحالات يلاحظ بأن الأجهزة تستهلك طاقة أكبر من الاستهلاك الافتراضي و في حالاتٍ أُخرى نجد بأن هناك إفراط في استهلاك الطاقة من قبل الأجهزة التي تعاني من الشيخوخة و طول الفترة التي تم استخدامها فيها إذ تستهلك طاقة كهربائية أكثر من الاستهلاك الافتراضي بالاضافة الى افتقار الأجهزة القديمة للتكنولوجيا الحديثة التي تعمل على تنظيم تشغيل الجهاز عبر أجهزة الاستشعار فأجهزة التبريد

القديمة مثلا تعمل على الدوام أما الحديثة فانها تعمل بالاستعانة بأجهزة استشعار اذ أنها تتوقف عن العمل اذا ما وصلت درجة الحرارة الى درجة معينة و هناك العديد من الأجهزة التي تعمل بنفس الطريقة، فيؤدي مقارنة استهلاك لإرشاد المستهلك إلى إصلاح الخلل في الجهاز الكهربائي ان وجد و في بعض الحالات يقوم العميل باستبدال الجهاز الكهربائي برمته في حالات عدم القدرة على اصلاحه .

التحكم عن بعد

تمتلك مقابس الكهرباء الذكية الصفات التي تهدف إلى تسهيل حياة المستهلك وزيادة درجة رفاهيته، فلم يعد المستهلك بحاجة لتفقد جميع غرف البيت قبل نومه أو قبل خروجه من المنزل و غيرها من الأوقات للتأكد من إيقاف عمل الأجهزة غير المرغوب في عملها في هذه الأوقات أو تلك الأجهزة التي يؤدي عملها في أوقات معينة إلى تشكيل خطر على حياة المستهلك و عائلته مثل المدفأة الكهربائية و المكيف و ليس نهايةً بإمكانية تجهيز بيته قبل الرجوع إليه من تشغيل للتكييف و فتح النوافذ التي تعمل بالكهرباء و تشغيل الإضاءة و غيرها . فالمقابس الذكية تسمح للمستهلك وهو جالس في مكانه من تفقد جميع الأجهزة الكهربائية وجميع المقابس و الأنوار في بيته والذي يؤدي بدوره إلى تيسير الحياة اليومية وزيادة الأمان .

التحكم عن طريق الهاتف الذكي

لم تشهد الثورة التكنولوجية الحديثة تطورا متسارعاً و متتالياً في قطاع من القطاعات على اختلافها و تنوعها كذلك الذي شهده قطاع الهواتف النقالة ، حيث تنافست الشركات منافسة شديدة منذ بداية القرن الحالي وحتى الآن على استحداث الخصائص و الاكتشافات الثورية و تضمينها لأجهزتها الى ان وصلنا الى الأجهزة الذكية التي تتفاعل مع المستخدم النهائي بطريقة عبقرية ما أدى إلى انتشار هذه الأجهزة بين الناس بسرعة مهولة وغير متوقعة فلا تكاد تجد اليوم بيتاً يخلو من هاتفين ذكيين أو أكثر ؛ وبسبب هذا الانتشار الكبير دأبت جل شركات التكنولوجيا منذ سنوات على ربط منتجاتها الجديدة بالهواتف الذكية التي اعتاد المستخدم النهائي على التعامل مع برامجها

وتطبيقاتها ، وكانت الشركات المصنعة للمقابس الكهربائية الذكية من ضمن الشركات التي نجحت في ربط منتجاتها بالهواتف الذكية عبر تطبيقات عديدة يتم تحميلها من خلال الشبكة العنكبوتية .
ويتم التحكم بهذه المقابس الذكية و تنظيم استهلاكها للطاقة عبر اتصال الهاتف الذكي بشبكة الإنترنت تلك المَهمَةُ التي أصبحت سهلة المنال خاصةً مع انتشار شبكات الاتصال الحديثة (3G&4G) في الدول المتقدمة و شبكات الانترنت اللاسلكية (WI–FI) في كل مكان حيث تعمل هذه الشبكات كوسيط بين المقبس الذكي و التطبيق المحمل على الهاتف الذكي.

ضبط وقت الاستهلاك

تتيح المقابس الذكية للمستخدم إمكانية التحكم بأوقات تشغيل الأجهزة المتصلة بهذه المقابس ، فمثلاً يستطيع الأب برمجة المقبس الذي تتصل عليه ألعاب أطفاله مثل ألعاب الفيديو PlayStation & (Xbox) فبذلك هو يقيدهم بوقت محدد ، وهذا ينطبق على الإنارة و أجهزة التبريد و غيرها من الأجهزة مما يؤدي إلى تيسير عملية السيطرة على عمل الأجهزة الكهربائية.

5.4 خاتمة الفصل

تم في هذا الفصل التطرق إلى ثلاثة عناوين رئيسية بهدف ايجاد التطبيق الأمثل لتحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح الوطنية وهي : شبكة الكهرباء الذكية، و عدادات الكهرباء الذكية و عدادات الكهرباء الذكية عبر المقابس، حيث تبين لنا أن عداد الكهرباء الذكي و لكي يعمل لتلبية الغاية التي صمم من أجلها و بالكفاءة المطلوبة لا بد أن يتلاءم وطبيعة شبكة الكهرباء المستخدمة فمثلاً إذا أردنا لبعض العدادات أن تعمل بفاعلية يجب أن تتصل بشبكة الكهرباء الذكية اذ ان هناك العديد من الخصائص التي لا تعمل اذا لم يتصل العداد الذكي بشبكة ذكية كأن يكون ثنائي الاتجاه على سبيل المثال بحيث يسجل مقدار الطاقة المنتقلة من المزود للمستهلك و مقدار الطاقة التي تنتقل من المستهلك إلى المزود في حال كان هذا المستخدم ينتج الطاقة بشكل ذاتي بالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة .
بعد دراسة جميع الخيارات الموجودة ومدى ملائمتها لبيئة و طبيعة شبكة الكهرباء في جامعة النجاح تم اعتماد مقبس Xiaomi Smart Power Strip لاستخدامه في تحليل استهلاك جامعة

النجاح للطاقة الكهربائية لعدة أسباب أهمها أن شبكة الكهرباء المتوفرة في الجامعة لا تدعم بشكل كبير استخدام العدادات الذكية الحديثة المتوافرة في الأسواق العالمية بالإضافة لتلبيته هذا المقبس لجميع متطلبات إنجاز هذه الدراسة وليس نهايةً بانخفاض سعره و مرونة استخدامه ونقله من مكان لآخر.

الفصل الخامس

تثبيت العداد (التطبيق العملي)

1.5 مقدمة الفصل

تم في هذا الفصل تثبيت عداد ذكي في أحد مباني الحرم الجديد لجامعة النجاح الحصول على بيانات حقيقية لاستهلاك الطاقة الكهربائية بهدف تحليلها ومقارنتها مع البيانات التاريخية التي تم تزويدنا بها من خلال دوائر الجامعة الرسمية، ولتحقيق ذلك تم البحث بين العدادات و المقابس الذكية التي تم توضيحها في الفصل السابق عن أكثر الخيارات ملائمة لطبيعة الحرم الجديد في جامعة النجاح والذي يمكن من خلاله الحصول على بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فترة زمنية معينة وتنظيم هذا الاستهلاك و ضبطه من خلال التكنولوجيا الذكية التي يعتمدها العداد الذكي إلى أن تم اعتماد المقبس الذكي " Mi Smart Power Strip " لهذه المهمة؛ حيث أنه يلبي جميع احتياجات هذه الدراسة بالإضافة لامتلاكه خصائص عصرية و حديثة ناهيك عن سهولة استخدامه، كذلك هناك عداد ذكي آخر لدى مركز أبحاث الطاقة في جامعة النجاح يلبي احتياجات الدراسة و سيتم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من خلاله .

وتبرز أهمية هذا الفصل (الفصل العملي) في كونه يختبر المادة النظرية التي خضنا في تفاصيلها في سابق الفصول بشكل عملي وحقيقي ويبحث في مدى وإمكانية تثبيت هذه العدادات داخل مباني الجامعة والاستفادة من ميزاتها وخصائصها، إذ أن العديد من التطبيقات الذكية مواءمة و مخصصة لخدمة بيئة معينة و يصعب تنفيذها في أماكن أخرى .

2.5 المقبس الذكي" Mi Smart Power Strip"

من أجل تحقيق هدف الدراسة الأساس و هو تحليل استهلاك الكهرباء في الحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية تم البحث بشكل دؤوب عن عداد ذكي يلبي احتياجات فريق البحث ويجيب عن استفساراتهم و يزودهم بالبيانات التي يطلبونها، وبعد بحث طويل تم الاستقرار على المقبس الذكي

الخاص بشركة Xiaom المعروف باسم " Mi Smart Power Strip " لأسباب عديدة سيتم التعريج عليها بشيئٍ من التفصيل في هذا الفصل .

الا انه و عند شراء المقبس الذكي و تثبيته على الهواتف الذكية لفريق البحث و عند الشروع في اختبار المقبس الذكي و التطبيق الإلكتروني الذي يدعمه تبين أن شبكة الإنترنت اللاسلكية Wi-Fi الموجودة في الحرم الجديد لجامعة النجاح ضعيفة للغاية و الاتصال بها يفصل باستمرار وعليه فلا يمكن الوثوق بهذه الشبكة للحصول على بيانات دقيقة لاستهلاك الطاقة الكهربائية تُبنى عليها دراسات ونتائج كهذه الدراسة مما أدى لتثبيته في المنزل الخاص بي و شبك عدة أجهزة عليه تحاكي الأجهزة الموجودة في الجامعة مثل جهاز الحاسوب و الشاشة و غيرهم و تم الحصول على النتائج و الرسومات البيانية الموضحة في هذا الفصل .

و تم الخوض في خصائص هذا العداد الذكي رغم عدم ملائمته لبيئة الحرم الجديد في جامعة النجاح وذلك لتقديمه و عرضه على إدارة الجامعة لحثها على تقوية شبكة الـ Wi-Fi و اعتماد هذا المقبس الذكي للمميزات و الخصائص الثورية التي يمتلكها .

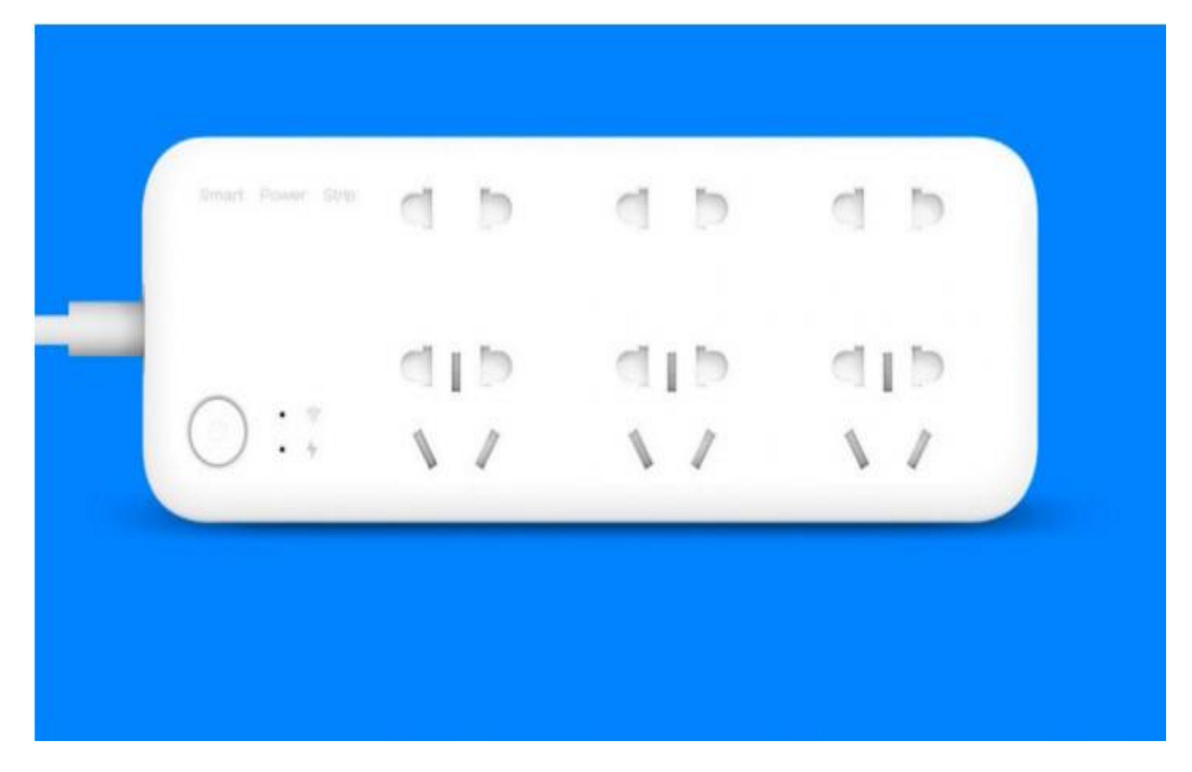
1.2.5 تعريف بالمنتج بشكل عام

في نهاية عام 2015 و تحديدا في يوم 24-12-2015 قامت شركة XIAOMI بالكشف عن جهازها الجديد والذي أطلقت عليه اسم" Mi Smart Power Strip " والذي يحتوي على 6 مقابس ، و بالرغم من أن الشركة أعلنت عن جهازها في الشهر الأخير من العام الا ان هذا الجهاز حاز على جائزة " التصميم الجيد " لعام 2015 .

يعد الجهاز تطور نوعي في تاريخ العدادات الكهربائية الذكية عبر المقابس لعدة أسباب نذكر منها:

- امتلاكه لجميع ميزات المقابس الذكية التي سبقته بالإضافة لحزمة جديدة من المزايا و الخصائص .
- انخفاض تكلفته فسعره المعلن عنه في السوق اليوم 20 دولار فقط .
- سهولة الاستخدام المنتج و تثبيته و نقله .
- عدد مداخله ال 6 ، مما يعني امكانية شبك معظم الأجهزة الموجودة في الغرفة عليه .

- مواكبة لجديد التكنولوجيا و توفر تطبيق على الموبايل خاص بمنتجات XIAOMI الذكية .



رسم توضيحي 15: شكل و مداخل المنتج Xiaomi

2.2.5 الخصائص و المزايا

يمكن إجمال المزايا المتحققة من استخدام العداد حال قررت جامعة النجاح تقوية بث ال Wi-Fi في مبانيها و اعتماد هذا المقبس المميز :

1. سهولة الاستخدام .
2. التحكم عن بعد .
3. مركزية التحكم مما يفضي بدوره إلى استهلاك أكثر تنظيماً و بالتالي توفير أكبر للأموال .
4. التطبيق الإلكتروني الخاص به يدعم نظامي التشغيل (Android & IOS) .
5. التعرف على استهلاك الأجهزة المتصلة به للطاقة الكهربائية حيث يظهرها بالأرقام و على شكل رسوم بيانية .
6. انخفاض سعره مقارنة مع المقابس الذكية الأخرى رغم امتلاكه جميع مزايا المقابس الأخرى بالإضافة لحزمة من المزايا الأخرى التي تفرد بها لوحده .
7. إمكانية ضبط أوقات الاستخدام لكل مقبس بتحديد أوقات العمل حسب الحاجة .

8. توفير بيانات بأسعار الاستهلاك خلال الفترة يتم تحديدها .

9. لا يتم تثبيته في الجدار مما يعطيه ميزة المرونة و سهولة نقله من مكان لآخر حسب الحاجة .

10. احتوائه على نظام حماية الأجهزة من التلف عند انخفاض الجهد عن الحد المسموح.

3.5 عداد VEGA 76 الذكي

سيتم في الجزء الثاني من هذا الفصل استخراج بيانات حقيقية لأحد مباني الحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية من خلال استخدام عداد ذكي اسمه " VEGA 76 " وذلك بعد فشل عملية الحصول على بيانات استهلاك الجامعة من خلال المقبس الذكي " Mi Smart Power Strip " بسبب ضعف اشارة ال Wi-Fi في الجامعة نتيجة اتصال الأعداد الكبيرة للطلاب بالشبكة طوال وقت الدوام .



VEGA 76

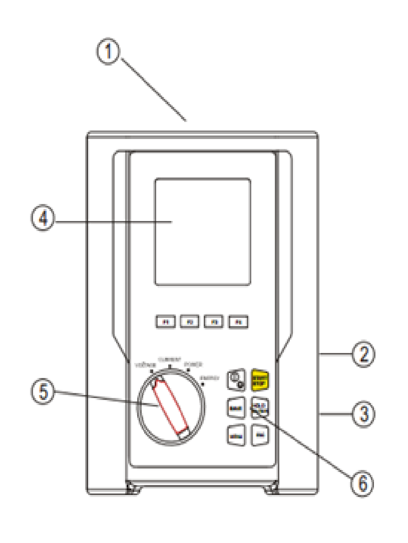
رسم توضيحي 16 : عداد VEGA 76 الذكي

1.3.5 تعريف بالمنتج بشكل عام

يمثل عداد 76 VEGA نهجا جديدا في عالم القياسات الكهربائية ، اذ أن بينات استهلاك الكهرباء التي يقيسها ترسل الى جهاز الحاسوب بطريقة سهلة جدا مما يمكن الباحثين من العمل على تحليل هذا الاستهلاك باستخدام برامج التحليل المختلفة بسلاسة ، كما و يُمكِن الباحثين من معالجة كمية هائلة من البيانات بسرعة فائقة .

لا تقتصر مهام العداد على قياس معدل استهلاك الطاقة الكهربائية بل يتعدى ذلك لحساب الجهد و الطاقة الكهربائية و مقدار التيار الكهربائي خلال الفترة الزمنية التي يحددها المستخدم .

وفيما يلي توضيح لمكونات العداد المادية :



المكونات المادية :

1. مداخل للجهد و التيار
2. RS232 مخارج متسلسلة
3. مقابس لامدادات طاقة خارجية
4. شاشة العرض
5. مفتاح الاختيار
6. لوحة المفاتيح

رسم توضيحي 17 : المكونات المادية ل عداد 76 VEGA الذكي

2.3.5 الخصائص و المزايا

يمكن من خلال العداد الذكي التالي :

- عرض الاستهلاك الحقيقي للطاقة الكهربائية خلال ال 24 المحددة .
- قياس الجهد و التيار خلال ال 24 ساعة المحددة .

- خاصية التخزين للبيانات التي يتم جمعها .
- نقل البيانات الى جهاز الحاسوب بسهولة .
- المرونة و سهولة النقل من مكان للآخر نظراً لصغر حجمه .
- انخفاض السعر .
- القدرة على التعامل مع التيار أحادي و ثلاثي الأطوار .
- الدقة في جمع بيانات الاستهلاك حيث يتم تزويد المستخدم بمقدار الاستهلاك كل 5 ثواني.

4.5 خاتمة الفصل

تم في هذا الفصل العمل من أجل الحصول على بيانات استهلاك حقيقية لأحد مباني الحرم الجديد لجامعة النجاح الوطنية من أجل تحليل هذا الاستهلاك اقتصادياً ولأجل ذلك تم الاستعانة بعدادين ذكيين، حيث فشلت عملية تثبيت المقبس الذكي المعروف باسم " Mi Smart Power Strip " بسبب ضعف إشارة الـ Wi-Fi نتيجة قيام أعداد كبيرة من الطلاب بالاتصال بهذه الشبكة طوال الوقت ، ولذلك تم الاستعانة بالعداد الذكي " Vega 76 " لإتمام المهمة و تزويدنا بهذه البيانات . بالرغم من فشل عملية تثبيت المقبس الذكي " Mi Smart Power Strip " إلا أن خصائصه العصرية دفعتنا لاستخدامه في بيئة أخرى (في منزلي) لإظهار هذه الخصائص المتميزة حيث إن الخطوة التالية من البحث هي العمل على نقل التكنولوجيا الذكية التي تم استخدامها إلى خارج أسوار الجامعة لمساعدة العامة من الناس على تقنين و تخفيض استهلاك الكهرباء بالإضافة لإبراز مزايا هذا العداد أمام القائمين على الجامعة وتشجيعهم على توفير البيئة المناسبة لعمل هذا العداد داخل الجامعة اذ ان مشكلة التثبيت يمكن حلها بسهولة عبر بث إشارة Wi-Fi أخرى برقم سري لا يتم البوح به للطلاب و الموظفين مما يسهم ببقاء الاشارة قوية، حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تطوراً نوعيا في التكنولوجيا التي يستخدمها هذا العداد و خصائص فريدة تساهم في تنظيم استهلاك الطاقة الكهربائية و تخفيضها .

في المحاولة الثانية الناجحة لقياس معدل استهلاك الطاقة الكهربائية تم استخدام العداد الكهربائي الذكي " Vega 76 " والذي من خلاله تم الحصول على بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية بشكل تفصيلي لـ 24 ساعة، يمهد هذا الفصل الطريق للباحثين الجدد الذين يرغبون في تحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح بشكل جزئي (micro analysis) اذا ما وافقت إدارة الجامعة على بث إشارة أخرى من الـWi-Fi .

الفصل السادس

تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من خلال العداد

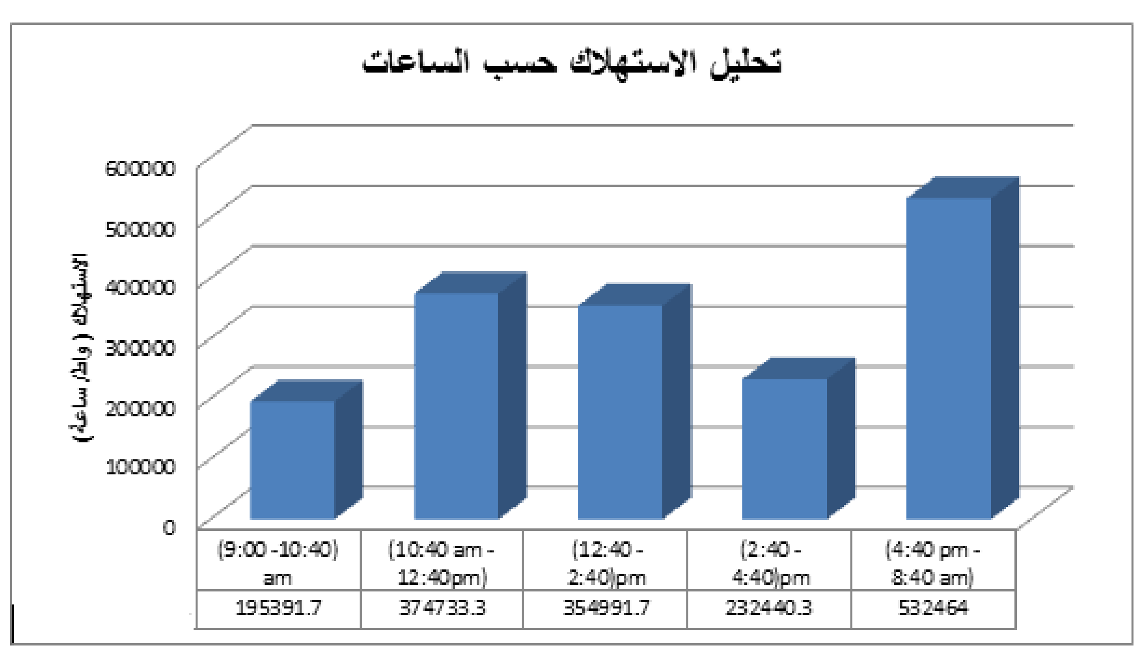
1.6 مقدمة الفصل

سيتم في هذا الفصل تحليل نتائج استهلاك الكهرباء لمباني الحرم الجديد في جامعة النجاح الوطنية التي تم الحصول عليها من قبل العداد الكهربائي الذكي " Vega 76 " ، ويعتبر أهم فصل في الدراسة لأنه سيتم البت فيه فيما اذا ما كان هناك إفراط في استهلاك الطاقة الكهرائية أم أن الاستهلاك طبيعي و ضمن المقبول، سيتم أيضاً في هذا الفصل التعرض للسلوكيات و الأساليب الخاطئة المعتمدة لإدارة الطاقة الكهربائية في الجامعة .

و لأجل هذه الغاية فقد تم تثبيت العداد في كلية الهندسة بناءً على توصيات مركز أبحاث الطاقة في الجامعة صبيحة يوم الاثنين الموافق 2016/10/24 في الساعة التاسعة صباحا و تم ازالته في اليوم التالي عند نفس الساعة بعد انقضاء 24 ساعة من وقت التثبيت، بعد تثبيت العداد لمدة 24 ساعة في كلية الهندسة تم اعادته الى قسم أبحاث الطاقة في الجامعة و شبكه مع جهاز الحاسوب و بلغ مجموع استهلاك الطاقة الكهربائية في الفترة التي تم تثبيت العداد فيها ما مقداره 1690021 واط / ساعة وسيتتم تحليل هذا الاستهلاك على مرحلتين:

1. تحليل الاستهلاك حسب الساعات .
2. مقارنة بين استهلاك الطاقة الكهربائية في كلية الهندسة أثناء الدوام وبعده.

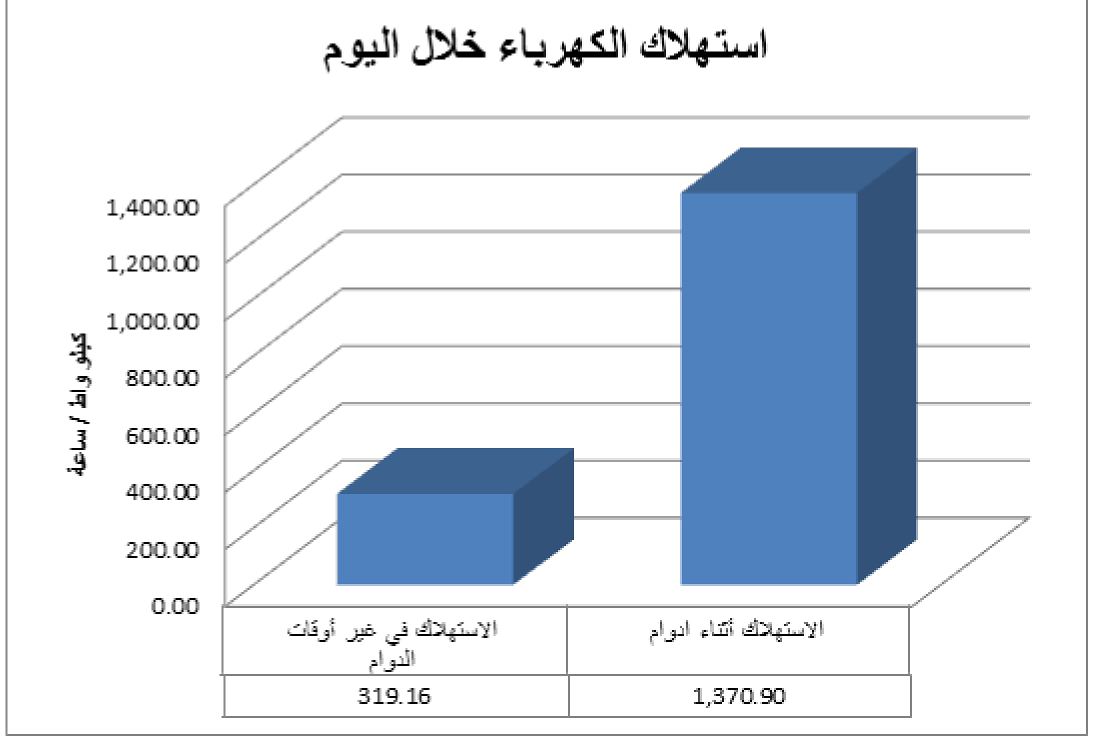
2.6 تحليل الاستهلاك حسب الساعات



رسم توضيحي 18 : تحليل الاستهلاك حسب الساعات

من خلال الرسم البياني يتبين لنا أن أكبر استهلاك للطاقة الكهربائية توزع في ساعات الصباح الأولى بشكل عام حيث أن 35 % من استهلاك الكهرباء في ذاك اليوم تم في أول 4 ساعات من بدء القياس (بين الساعة التاسعة والساعة الواحدة ظهرا) و الذي يدل بدوره على تركز المحاضرات والأنشطة الجامعية في هذه الساعات، كما يظهر الرسم بشكل واضح أيضا أن الاستهلاك يقل في الساعات التي تلت الساعة الخامسة مساءً من ذلك اليوم، إلا أنه لا زال هناك استهلاك للطاقة الكهربائية والذي يكلف الجامعة مبالغ كبيرة عند احتساب قيمته على مدار العام و في أيام الإجازات.

3.6 مقارنة بين استهلاك الطاقة الكهربائية في كلية الهندسة أثناءالدوام و بعده



رسم توضيحي 19 : مقارنة بين استهلاك الطاقة الكهربائية في كلية الهندسة أثناءالدوام و بعده

يُمثل استهلاك الطاقة الكهربائية في أوقات الدوام ما نسبته 76.7 % من إجمالي الاستهلاك الذي حصل خلال ال24 ساعة التي تم فيها شبك العداد الذكي مع مصدر الطاقة في كلية الهندسة، و هنا يجدر التنويه مرة أخرى إلى أن معدل الإستهلاك بعد انتهاء وقت الدوام الرسمي و الذي يشكل ما نسبته 23.3% يعد رقماً كبيراً و يجب البحث في الأساليب و الطرق التي يمكن أن تقلل هذا المعدل إلى الحد الأدنى، ففي ظل ارتفاع أسعار الكهرباء و إذا ما احتسبنا المبلغ الذي تم دفعه مقابل الاستهلاك بعد أوقات الدوام الرسمي في يوم الفحص في حال كان سعر الكيلو واط 0.6 شيقل فإن الجامعة ستدفع مبلغ 190 شيقل مقابل هذا الاستهلاك والذي سيتضاعف كثيراً اذا ما تم احتسابه على مستوى جميع مباني و مرافق الجامعة.

4.6 المبالغ التي يمكن توفيرها حال اعتماد أساليب التكنولوجيا الذكية في جامعة النجاح

أُثناء إعداد هذه الدراسة اتضح لنا وجود إهدار للطاقة الكهربائية سواء تم ذلك من خلال السلوكيات الخاطئة أو من خلال استخدام التكنولوجيا القديمة، و عليه سيتم في هذا الجزء من الدراسة تسليط

الضوء على بعض الأساليب المقترحة لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح الوطنية و المبالغ التي سيتم توفيرها حال اعتماد هذه الأساليب:

1. لوحظ من خلال البحث و أثناء التجوال بين القاعات الدراسية في الجامعة بأن هناك العديد من التقنيات القديمة المعروفة بالاستهلاك فوق الطبيعي من الطاقة الكهربائية لا زالت تستخدم في الجامعة، فمثلاً لا زالت بعض القاعات الدراسية تعتمد في إضاءتها على المصابيح التقليدية في حين توفر المصابيح الحديثة المعروفة باسم LED LIGHT 80% من الاستهلاك مقارنةً بالمصابيح التقليدية و عمرها الافتراضي يفوق العادية بـ 50 ضعف، كذلك الحال بخصوص أجهزة الحاسوب في المختبرات و أجهزة العرض فهي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة مقارنةً مع النسخ الحديثة من هذه الأجهزة.
2. لا بد من الانتقال إلى التحكم المركزي الالكتروني بالطاقة الكهربائية داخل القاعات الدراسية، فقد لوحظ حدوث إهدار للطاقة نتيجة اختلاف أوقات بداية و نهاية المحاضرات في مباني الجامعة مما يؤدي إلى تشغيل الإضاءة و غيرها من الأجهزة الكهربائية قبل الساعة الثامنة و اغلاقها عند انتهاء آخر محاضرة في حين أنه و إذا تم استخدام تقنية " Mi Smart Power Strip " التي تم استعراضها في الدراسة فمن شأن ذلك أن يقلل من الاستهلاك حيث أن تشغيل الإضاءة في القاعات الدراسية يكون مبرمج بناءً على برنامج المحاضرات لهذه القاعات في ظل انخفاض سعر العداد الذكي (20 دولار فقط).
3. يمكن توفير الطاقة التي يتم استهلاكها بعد انتهاء الدوام الرسمي عبر إغلاق مقبس التيار الكهربائي الخاص بالكلية بشكل كامل، و بالنسبة للسيرفرات و الأجهزة التي يتطلب عملها أن تبقى متصلة في الكهرباء فيمكن جمعها في قاعة data center ضخمة تغطي احتياجات جميع المباني مما يتيح إغلاق الكهرباء على المباني بشكل تام بعد اتمام هذه الخطوة، فمثلاً في حالة كلية الهندسة التي تم استعراضها في الدراسة تم استهلاك ما معدله 319 كيلو واط بعد انتهاء الدوام الرسمي و لاستخراج المبالغ المترتبة على الاستهلاك في عير أوقات الدوام الرسمي :

- المبلغ المترتب على الاستهلاك بعد انتهاء الدوام

= معدل الاستهلاك (كيلو واط) * سعر الكيلو واط

= 319 *0.6

= 190 شيقل (الرقم تقريبي من 191.4 شيقل)

- و عليه فإن معدل استهلاك الساعة الواحدة من الطاقة الكهربائية بعد انتهاء الدوام

= المبلغ / عدد الساعات

= 190 شيقل / 16 ساعة

= 11.9 شيقل/ ساعة

- المبلغ المترتب على الاستهلاك في أيام الدوام

= المبلغ المترتب على الاستهلاك بعد انتهاء الدوام * عدد أيام الدوام الشهري * عدد الفصول

= 190 * 22 * 10

= 41800 شيقل سنوياً

- المبلغ المترتب على الاستهلاك في أيام الإجازة أثناء الفصول الدراسية

= معدل استهلاك الساعة الواحدة * عدد الساعات * عدد أيام الإجازة في الشهر * عدد شهور

= 11.9*24*8* 10

= 22848 شيقل سنوياً

- المبلغ المترتب على الاستهلاك في أيام الإجازة بين الفصول الدراسية و في الأعياد سنوياً

= معدل استهلاك الساعة الواحدة * عدد الساعات * عدد أيام الإجازة

= 11.9 * 24 * 60

= 17136 شيقل سنوياً

- المبلغ الإجمالي للاستهلاك في غير أوقات الدوام

= مبلغ الاستهلاك أثناء الفصول الدراسية + مبلغ الاستهلاك في غير الفصول الدراسية

* مبلغ الاستهلاك أثناء الفصول الدراسية = (مبلغ الاستهلاك في أيام الدوام + مبلغ الاستهلاك في أيام الاجازة)

17136 + 22848 +41800=

= 81784 شيقل سنوياً

و حيث أن معدلات الاستهلاك السنوية في آخر قراءة تم تزويدنا بها من قبل الجامعة كانت كالتالي:

جدول 5 :مبالغ استهلاك الكليات للطاقة الكهربائية في جامعة النجاح (بيانات مالية غير منشورة)

اسم_الكلية	مبلغ الاستهلاك الاجمالي بالشيقل لعام 2014
كلية الاداب	243,109
الإنارة الخارجية لمباني الجامعة	896,118
هندسة	252,545
حجاوي	512,571
فنون	708,354
علوم	527,374
صيدلة	223,824
المجمع الرياضي	251,209
المكتبه / الاكاديميه	312,118

فإن نسبة المبلغ الذي يمكن توفيره في كلية الهندسة اذا ما تم إغلاق الكهرباء في الكلية بشكل كامل بعد انتهاء الدوام الرسمي الى المبلغ الكلي من الاستهلاك السنوي حسب آخر قراءة رسمية من قبل الجامعة = 252,545/81,784

= 32.38%

و عليه فإن المبالغ المتوقع توفيرها اذا ما اعتمدنا على هذه النسبة و عممناها على مستوى الجامعة تكون كالتالي:

جدول 6 : المبالغ المتوقع توفيرها حال إغلاق مصادر الطاقة الكهربائية بشكل كامل في غير أوقات الدوام الرسمي

اسم_الكلية	مبلغ الاستهلاك الاجمالي بالشيقل لعام 2014	المبلغ المتوقع توفيره
كلية الاداب	243,109	78,719
الإنارة الخارجية لمباني الجامعة	896,118	290,163
هندسة	252,545	8481,7
حجاوي	512,571	165,970
فنون	708,354	229,365
علوم	527,374	170,764
صيدلة	223,824	72,474
المجمع الرياضي	251,209	81,341
المكتبه / الاكاديميه	312,118	101,064
الإجمالي	**3,927,222**	**1,271,644**

و تعد النسبة التي يمكن توفيرها اذا ما أمكن فعلياً تنفيذ هذا المقترح و التي بلغت 32.38%جيدة للغاية و محفزة لإدارة الجامعة للشروع فوراً بدراسة السبل الممكنة لتنفيذ هذا المقترح على أرض الواقع حيث يمكن لإدارة الجامعة استغلال المبلغ 1,271,644 شيقل و الذي يمكن توفيره سنوياً لتنفيذ مشاريع أخرى تؤدي الى رفع كفاءة التعليم في الجامعة .

4. نقطة أخرى غاية في الأهمية و لا يجب أن يتم إغفالها ألا وهي استهلاك الإنارة الخارجية لمباني الجامعة حيث بلغ إجمالي الإستهلاك عام 2014 ما مقداره 896,118 شيقل وهو رقم كبير جداً يمكن تفاديه من خلال الاعتماد على تطبيقات التكنولوجيا الحديثة من مجسات للحركة، فالهدف الأساسي هو الأمن و الحماية وضمان عدم اقتحام أي شخص للحرم الجامعي والعبث في محتوياته، إذ أنه يمكن تفادي هذه التكاليف الباهظة من خلال

تثبيت هذه المجسات في الطرقات بين الكليات و في الأماكن الحساسة من قاعات السيرفرات و مباني الإدارة و غيرها حيث تصل تكلفة المجس 5 دولار فقط و يغطي مسافة 8 متر مربع.

5.6 خاتمة الفصل

بعد تحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في كلية الهندسة تبين لنا أن هناك ما نسبته 23.3% من اجمالي الاستهلاك يحصل في غير أوقات الدوام الرسمي للجامعة خلال أيام الدراسة، وهذه النسبة كبيرة جدا إذ تستوجب على إدارة الجامعة دفع مبلغ 190 شيقل مقابل هذا الاستهلاك مما دفعنا لاجراء تصور للمبلغ المتوقع دفعه مقابل استهلاك الطاقة الكهربائية في غير أوقات الدوام للسنة كاملة لكل مباني و مرافق الجامعة فبلغ ما مقداره 1,271,644 شيقل و الذي يعد رقماً كبيراً يمكن توفيره بالاعتماد على تقنيات التكنولوجيا الحديثة و استخدامه في قنواتٍ أخرى من شأنها رفع مستوى التعليم في الجامعة .

تنوعت الأسباب الكامنة خلف اهدار الطاقة الكهربائية حسب الدراسة بين استخدام أجهزة كهربائية قديمة عفى عليها الزمن تستهلك أضعاف أضعاف الأجهزة الحديثة و التي تحقق نفس الغاية و بين تحكم يدوي في تنظيم و إدارة الطاقة الكهربائية و ليس نهايةً بالمبالغ الكبيرة التي تدفع مقابل استهلاك الطاقة الكهربائية في غير أوقات الدوام و مقابل الإنارة الخارجية لمباني الجامعة أيضاً، حيث أن المبلغ الذي يدفع مقابل الإنارة الخارجية و حسب احصائيات عام 2014 بلغ 896,118 شيقل، و هو مبلغ يمكن توفيره عن طريق استبدال مصادر الإنارة بمجسات حركة يمكن نشرها بين المباني و في أروقة الجامعة تقوم بتنظيم الإنارة في المناطق التي يحدث فيها تحرك و تقوم في ذات الوقت بإشعار موظفي الأمن بحدوث الحركة لأغراض الحماية .

الإستنتاج و التوصيات

تبين من خلال هذه الدراسة أن عملية خفض استهلاك الطاقة الكهربائية هدف تضعه جميع الدول على رأس أولوياتها، حيث نجحت العديد من الدول في خفض معدلات الإنفاق على الاستهلاك بشكل فعلي وصلت في بعض الأحيان إلى 30% من خلال اتباع أحد الأسلوبين التاليين، إما عن طريق الاعتماد على إنتاج الطاقة بأساليب صديقة للبيئة أو عبر ترشيد الاستهلاك و الذي يعد أسلوباً أنجع من سابقه كما أثبتته الدراسات، ومن الأدلة على ذلك على سبيل المثال لا الحصر تم ترشيد الاستهلاك في عدد من الدول عبر التأثير على سلوك المستهلك دون الحاجة لاستثمار مبالغ باهظة في تأسيس مصادر إنتاج الطاقة المتجددة ناهيك عن تكاليف تشغيلها، كذلك أثبتت التجارب والدراسات أن للتغذية الراجعة عن استهلاك الطاقة الكهربائية والتحكم عن بعد دور مهم في ترشيد استهلاك الكهرباء من قبل المستهلكين مما أدى لتطوير التقنيات التي تدعم هذه الخاصية فكانت العدادات و المقابس الذكية، حيث توفر العدادات و المقابس الذكية العديد من الخصائص التي تساعد المستخدم على تنظيم وترشيد استهلاكه من الطاقة الكهربائية بالإضافة لتزويد المستخدم بكمية الاستهلاك الحقيقي بالاعتماد على أرقام دقيقة مؤرخة بالتوقيت الحقيقي لهذا الاستهلاك فكان ذلك دافعاً لنا للاعتماد على العدادات و المقابس الذكية لتحليل استهلاك الطاقة الكهربائية في جامعة النجاح الوطنية.

أثناء جمع بيانات استهلاك الكهرباء في جامعة النجاح الوطنية ظهر جلياً أن الاعتماد على التقنيات القديمة أدَت بصورة غير مباشرة إلى زيادة الاستهلاك، فالكثير من الأجهزة الكهربائية الموجودة في الجامعة تعاني من الشيخوخة و تعتمد في عملها على التكنولوجيا القديمة و التي يمكن في بعض الحالات تقليل استهلاكها للنصف لو تم استبدالها بأجهزة حديثة و الفرق بين استهلاك الطاقة من قبل ضوء الإنارة العادي و ضوء الإنارة الحديث (led light) خير دليلٍ على ذلك .

كما ظهر جلياً من خلال نتائج الدراسة أن هناك مبالغ كبيرة تدفع مقابل استهلاك الطاقة الكهربائية في غير أوقات الدوام الرسمي و مقابل استهلاك الإنارة الخارجية لمباني الجامعة كذلك، حيث أظهرت الدراسة إمكانية توفير ما نسبته ما نسبته 32,38% من معدلات الاستهلاك الحالية اذا ما

تم ايقاف مصدر الطاقة في كلية الهندسة عن العمل في غير أوقات الرسمي بشكل تام و هي نسبة تستدعي قيام إدارة الجامعة بدراسة السبل الممكنة لتطبيق هذا المقترح على أرض الواقع مما يوفر عليها تكاليف كبيرة يمكن استخدامها في مشاريع أخرى من شأنها رفع كفاءة التعليم داخل أروقة الجامعة.

المصادر والمراجع

1.Adawy, K., Melhem, A., Aqel, L., Naneash, M., Ayyash, M., Salameh, M., & Asmar, S. (n.d.). ***Urban economics conference.*** **Smart University.**

2. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. (2015, May 22). Smart Cities: ***Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives.*** **The Society of Urban Technology.**

3. Bollen, M. (2011). **Adapting Electricity Networks to a Sustainable Energy System - Smart metering and smart grids**. Sweden.

4. Faruqui A., George S. (2005). ***Quantifying Customer Response to Dynamic Pricing.*** **The Electricity Journal,** 18, 4, 53-63.

5. Froehlich, J., Larson, E., Gupta, S., Cohn, G., Reynolds, M. S., & Patel, S. N. (2011, January 1). ***Disaggregated End-Use Energy Sensing for the Smart Grid. IEEE Pervasive Computing,*** **Special Issue on Smart Energy Systems.**

6. Gans, W., Albirini, A., & Longo, A. (2013). **Smart Meter Devices and The Effect of Feedback on Residential Electricity Consumption** (Unpublished master's thesis). University of Maryland.

7. García, V. D. (2012). **Evaluation of new Electricity Meters** (Unpublished master's thesis). Lund University.

8. Gilchrist, J. (2011). **Examining The Potential of Advanced Electricity Metering in Newzeland's Domestics Environment** (Unpublished master's thesis). University of Newcastle.

9. ***Global Sustainable Transport Conference. (***2016, November 26). Retrieved December 10, 2016, from : https://sustainabledevelopment.un.org/Global-Sustainable-Transport-Conference-2016

10. Gubbi,, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, A. (2011, April 3). ***Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions.*** **Ubiquitous Computing in the next Decade.**

11. Harry, T., & emmy, V. (n.d.). 2nd ***International Life Extension Technology Workshop.*** **The Vision of A Smart City.**

12. How to Set Up the Belkin WeMo Switch. (n.d.). Retrieved December 10, 2016, from http://www.howtogeek.com/249590/how-to-set-up-the-belkin-wemo-switch/

13. Kwang, Y., Cheol, H. M., Jo, C. J., Han, K. M., Baek, J. I., & Ban, Y. U. (2015, July 08). ***Strategic Planning for the Smart-Green City through Urban Governance.*** **INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILT ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY,** ijbes 2(3)/2015, 192-201.

14. Marvin S., Chappells H., and Guy S. (1999). ***Pathways of Smart Metering Development: Shaping Environmental Innovation.*** **Environment and Urban Systems**, 23, 109-126.

15. Meeus, L., Saguan, M., Glachant, J.-M., & Belmans, R. (n.d.). ***Smart Regulationfor Smart Grids.*** Retrieved December 10, 2016, http://www.florenceschool.eu/portal/page/portal/FSR_HOME/Policy%20Brief_No1_Meeus_Smart%20Grids.pdf

16. McLoughlin, F., Duffy, A. & Conlon, M. (2012). ***Characterising Domestic Electricity Consumption Patterns by Dwelling and Occupant Socio-Economic Variables: An Irish Case Study.*** **Energy and Buildings,** vol. 48, May, pp.240-248. doi:10.1016/j.enbuild.2012.01.037
17. Navigator. (2012, May 1). ***ENERGY & CLIMATE CHANGE. Smart Meters:*** **Research into Public Attitudes.**
18. Palchak, D. (2012). **Energy Management of A university Artificial Neural Network** (Unpublished master's thesis). Colorado State University.
19. Parrondo, Y. M. (2011). **Smart Meters Basic Elements in The Development of SMART GRIDS** (Unpublished master's thesis). Norwegian University of Science and Technology.
20. Roberts S., Humphries H., and Hyldon V., (2004). ***Consumer Preferences for Improving Energy Consumption Feedback.*** **Report for Of gem. Centre for Sustainable Energy, Bristol,** UK.
21. Tang, Y. (2015). **Extraction of Pictorial Energy Information from Campus Unmetered Buildings using Image Processing Techniques** (Unpublished master's thesis). Michigan Technological University.
22. Trajanovska, B. (2013). **Consumers Acceptance of Smart Meters Consumers’** (Unpublished master's thesis). Modul University.

23. Vadda, P., & Seelam, S. (2013). **Smart Metering for Smart Electricity Consumption** (Unpublished master's thesis). School of Computing.

24. WeMo. (n.d.). ***PORTABLE CHARGING.*** Retrieved December 10, 2016, from http://www.belkin.com/us/p/P-F7C029/

25. (2015, February 1). ***الجهاز المركزي للاحصاء الفلسطيني***

كمية الطاقة الكهربائية المستوردة (ميجاواط.ساعة) في الضفة الغربية حسب المصدر والشهر .

Retrieved December 10, 2016, from

http://www.pcbs.gov.ps/Portals/_Rainbow/Documents/en2014_3a.htm

الملحقات

1. أصناف العدادات الذكية عبر المقابس الموجودة في السوق

هناك العديد من منتجات المقابس الكهربائية الذكية موجودة في السوق العالمية و كل طراز منها يتميز عن غيره بحزمة من الخصائص و المميزات ، لذلك كان من المهم بمكان ذكر هذه الخصائص بهدف المفاضلة بين هذه المنتجات .

Belkin Wemo Switch

يعد مقبس Belkin Wemo Switch أول المقابس الذكية التي تم تسويقها للمستخدمين ؛ لذلك فهي تعد الآن أكثر المقابس الذكية شهرةً ، بيد أن شهرتها لا تعني بالضرورة أنها أفضل الخيارات الموجودة في السوق حالياً ولكنها تصنف ضمن أفضل الخيارات المتاحة للمستهلك .

جدول 7: BELKIN WEMO SWITCH (Belkin , 2016)

اسم المنتج	Belkin WeMo Switch
سعر المنتج	$ 44
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، تطبيقه يدعم نظامي التشغيل (IOS & Android) ، التحكم عن بعد ، يمكن من خلال تطبيقه ضبط أوقات الأجهزة المتصلة به و تنظيم عملها



رسم توضيحي 20: BELKIN WEMO SWITCH (Belkin , 2016)

Belkin WeMo Insight Switch

يشبه مقبس Belkin WeMo Insight Switch الذكي في تركيبه و ميزاته مقبس Belki WeMo Switch سابق الذكر إلا ان هذا المقبس يحتوي على خاصية إضافية مميزة حيث يتيح هذا المقبس و التطبيق المصاحب له للمستخدم النهائي إمكانية مراقبة اس`تهلاك الطاقة الكهربائية .

جدول 8 : BELKIN WEMO INSIGHT SEITCH (Howtogeek , 2016)

اسم المنتج	Belkin WeMo Insight Switch
سعر المنتج	$ 52
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، تطبيقه يدعم نظامي التشغيل (IOS & Android) ، التحكم عن بعد ، التعرف على استهلاك الأجهزة المتصلة به للطاقة الكهربائية و بالتالي التأثير على سلوك المستخدم النهائي



رسم توضيحي **21**: BELKIN WEMO INSIGHT SEITCH (Howtogeek , 2016)

SmartThings SmartPower Outlet

يمتلك مقبس SmartThings SmartPower Outlet ميزات المقابس الكهربائية السابقة و يشبهها في التركيب و في كونه يثبت في الجدران على نسقهم ، إلا أنه يتميز عنهم بميزتين إضافيتين تتمثل الأولى في كونه التطبيق المصاحب له أسهل للفهم و الاستخدام من التطبيقين السابقين أما الاختلاف الأهم فيكمن في ارسال اخطارات و تنبيهات لهاتف المستخدم حال تركه الإضاءة أو الأجهزة تعمل بشكل خاطئ ، فمثلا اذا قام المستخدم بإرسال رسالة عبر التطبيق إلى المقبس بأنه خرج من البيت يقوم التطبيق بفحص الأجهزة التي تعمل وفي ح وجد أنوار أو أجهزة أخرى تعمل دون حاجة يتم ارسال تنبيهات إلى المستخدم بضرورة إيقاف تشغيلها فيقوم المستخدم بايقافها عبر التطبيق عن بعد .

جدول9 : SMART POWER OUTLET (blog.smartthing, 2016)

اسم المنتج	SmartThings SmartPower Outlet
سعر المنتج	$ 55
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، تطبيقه يدعم نظامي التشغيل (IOS & Android) ، التحكم عن بعد ، ارسال اخطارات و تنبيهات للمستخدم عند الاستخدام الخاطئ للأجهزة



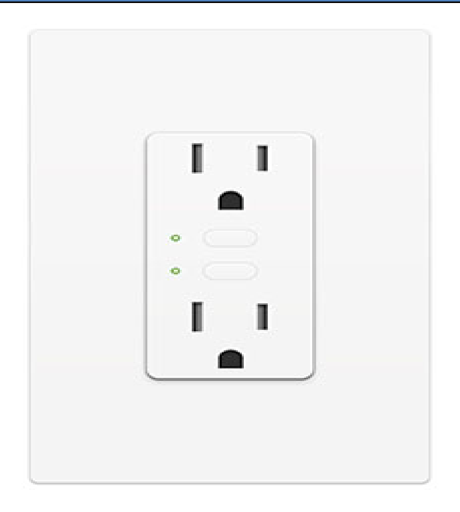
رسم توضيحي 22: SMART POWER OUTLET (blog.smartthing, 2016)

Insteon On/Off Outlet

يمتلك مقبس Insteon On/Off Outlet ميزات تنافسية أكبر من تلك التي تمتلكها المقابس سابقة الذكر ، فعند الحديث عن شكله فهو يمتاز بشكل بسيط لا يبرز خارج الحائط المثبت عليه كباقي المقابس سابقة الذكر مما يعني أنه سيكون في منأى عن التعرض لحوادث الاصطدام أو العبث من الأطفال .

جدول 10 : INSTEON SOCKET (crutchfield,2016)

اسم المنتج	Insteon On/Off Outlet
سعر المنتج	$ 62
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، تطبيقه يدعم نظامي التشغيل (IOS & Android) كذلك يمكن تحميل تطبيقه على الساعات الذكية الحديثة ، التحكم عن بعد ، يمتلك مدخلين مما يوحي بارتفاع سعره الا ان سعره معقول جدا و مقارب للمقابس ذات المدخل الواحد ، شكله ينأى به عن التعرض للحوادث والاصطدامات و العبث و الاتساخ



رسم توضيحي 23 : INSTEON SOCKET (crutchfield,2016)

Aeon Labs Smart Energy Switch

يمتلك مقبس Aeon Labs Smart Energy Switch بشكله الغريب و غير المألوف خاصية التعرف على مقدار استهلاك الكهرباء من قبل الأجهزة المتصلة فيه هذه الميزة التي يرغب العديد من المستخدمين في الحصول عليها في خضم ارتفاع أسعار الكهرباء ، ويتم تثبيته كباقي المقابس الذكية في الحائط و عملية التحكم به تخذ شكلاً مغايراً للمقابس السابقة إذ يتم التحكم به عبر جهاز تحكم يستخدم تقنية موجات Z و يمكن للمستخدم التحكم به عن بعد من مسافة تصل إلى100 قدم.

جدول 11 : AEON LABS SMART SWITCH (picclick,2016)

اسم المنتج	Aeon Labs Smart Energy Switch
سعر المنتج	$ 30
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، يتم التحكم به باستخدام تقنية (Z-Wave) ، التحكم عن بعد ، التعرف على استهلاك الأجهزة المتصلة به للطاقة الكهربائية ،انخفاض سعره مقارنة مع لمقابس الذكية الأخرى ، شكله الخارجي الزود بسلك يساعد في مرونة تركيبه و تثبيته داخل الحائط بحيث لا تتداخل مع الأجهزة المجاورة



رسم توضيحي 24 : (picclick,2016) AEON LABS SMART SWITCH

2. عداد Xiaomi Smart Power Strip الذكي

يعتبر هذا المنتج تطور نوعي في تاريخ المقابس الكهربائية الذكية حيث يختلف بميزاته و خصائصه عن جميع المقابس الذكية سابقة الذكر مع امتلاكه ميزاتها مجتمعة بالإضافة لحزمة من الميزات التي تم استحداثها مؤخرا .

جدول 12 : XIAOMI SMART POWER STRIP (blogs,2016)

اسم المنتج	Xiaomi Smart Power Strip
سعر المنتج	$ 20
الميزات الرئيسية	سهولة الاستخدام ، تطبيقه يدعم نظامي التشغيل (Android & IOS) ، التعرف على استهلاك الأجهزة المتصلة به للطاقة الكهربائية حيث يظهرها بالأرقام و على شكل رسوم بيانية، انخفاض سعره مقارنة مع لمقابس الذكية الأخرى ، إمكانية ضبط أوقات الاستخدام لكل مقبس بتحديد أوقات العمل ، تزويد المستهلك بأسعار الاستهلاك خلال الفترة التي يحددها ، لا يتم تثبيته في الجدار مما يعطيه ميزة المرونة و سهولة نقله من مكان لآخر حسب الحاجة ، له 6 مداخل



رسم توضيحي **25** : XIAOMI SMART POWER STRIP (blogs,2016)

آلية التثبيت

لتثبيت المقبس الذكي يجب اتباع الخطوات التالية :

1. شبك الهاتف الذكي على شبكة الإنترنت اللاسلكية . Wi-Fi
2. تحميل تطبيق Mi Home على الهاتف الذكي .
3. اختيار المقبس الذكي في قائمة الأجهزة الممكن إضافتها .
4. الضغط على زر التشغيل في المقبس لمدة 5 ثواني .
5. عند ظهور الجهاز بين الأجهزة التي تم التعرف عليها من خلال التطبيق الإلكتروني يتم إضافة المقبس الذكي و إنهاء عملية التثبيت .

آلية العمل

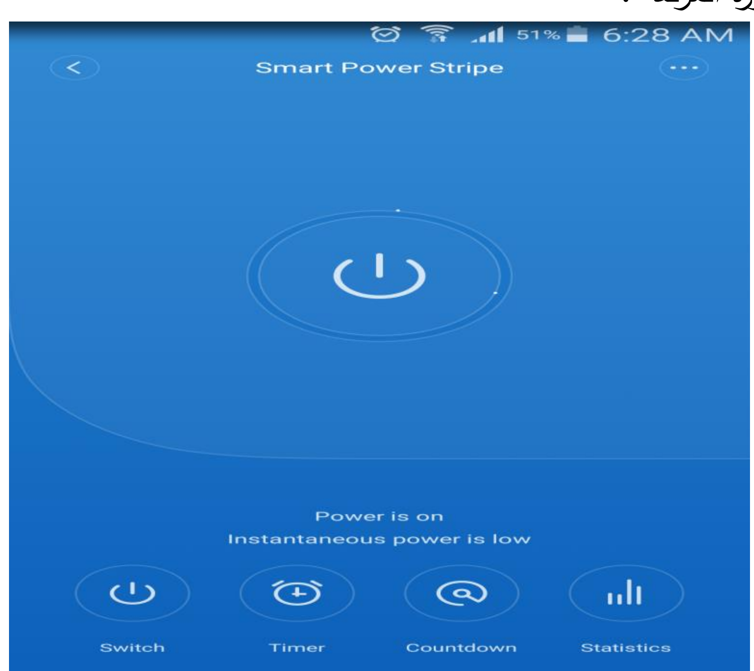
يعمل المقبس الذكي على قياس استهلاك الأجهزة المختلفة المشبوكة عليه من الطاقة الكهربائية، ويتم حفظ هذه البيانات بشكل متواتر إذ أن التطبيق يظهر معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية منذ

اللحظة الأولى لتفعيل التطبيق وشبك الأجهزة عليه، وكل ما يلزم التطبيق بعد ذلك حتى يزود المستخدم باستهلاك الطاقة الكهربائية هو أن يبقى متصلاً على شبكة الانترنت .

خصائص العداد الذكي " Mi Smart Power Strip"

التشغيل و الإيقاف عن بعد

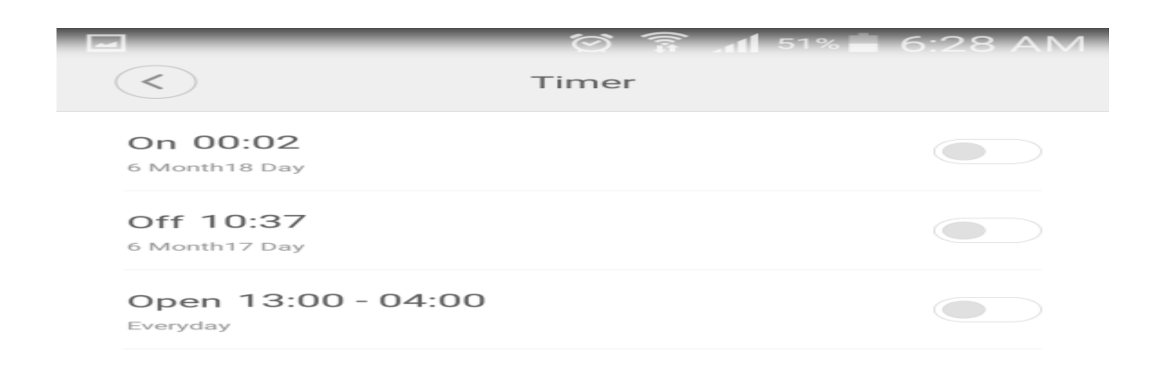
يدعم المقبس الذكي خاصية التحكم بتشغيل و إيقاف الأجهزة المشبوكة عليه عن بعد، وهذه ميزة مهمة للغاية فعلى سبيل المثال إذا قام أحد المستخدمين بنسيان إيقاف الأجهزة الكهربائية في بيته عن العمل عند خروجه من البيت فبإمكانه و من خلال التطبيق الإلكتروني أن يقوم بفحص معدل استهلاك الطاقة الكهربائية و إذا ما وجد أن معدل الاستهلاك فوق الطبيعي فبإمكانه إيقاف عمل الأجهزة التي نسيها عن بعد، وفي حالات أخرى يود المستخدم أن يشغل بعض الأجهزة قبل وصوله للبيت مثل أجهزة التدفئة و التبريد بحيث يكون الجو في البيت مناسبا عند وصوله ويتم له ذلك من خلال هذه الخاصية بسهولة و يسر، و يتم ذلك من خلال الضغط على رمز (تشغيل / إيقاف) الظاهر في الصورة المرفقة .



رسم توضيحي 26 : التشغيل و الإيقاف عن بعد

تحديد أوقات التشغيل والتوقف عن العمل

بإمكان المستخدم تحديد أوقات التشغيل والتوقف عن العمل للأجهزة الكهربائية الموجودة في بيته وذلك من خلال شبكها على المقبس الذكي، إذ يمكنه التطبيق الإلكتروني من بناء جدول لأوقات العمل مما يساعده على تنظيم الاستخدام وتقليل الاستهلاك بإيقاف تشغيل الأجهزة الكهربائية في أوقات الذروة حيث تسعيرة الاستهلاك مرتفعة في تلك الأوقات ، كذلك يساعد المستخدم على تنظيم أوقات أبنائه من خلال تحديد أوقات للدراسة وأخرى للعب بألعاب الفيديو و PlayStation و العاب الحاسوب بحيث يقيد التطبيق الأبناء بوقت محدد لكل نشاط لا يمكن تجاوزه ، تبرز ميزة أخرى لهذه الخاصية عند السفر وترك المنزل لفترة طويلة إذ يتم تحديد أوقات تشغيل الثلاجة و جهاز التبريد على سبيل المثال لحماية محتوياتهم من التلف .

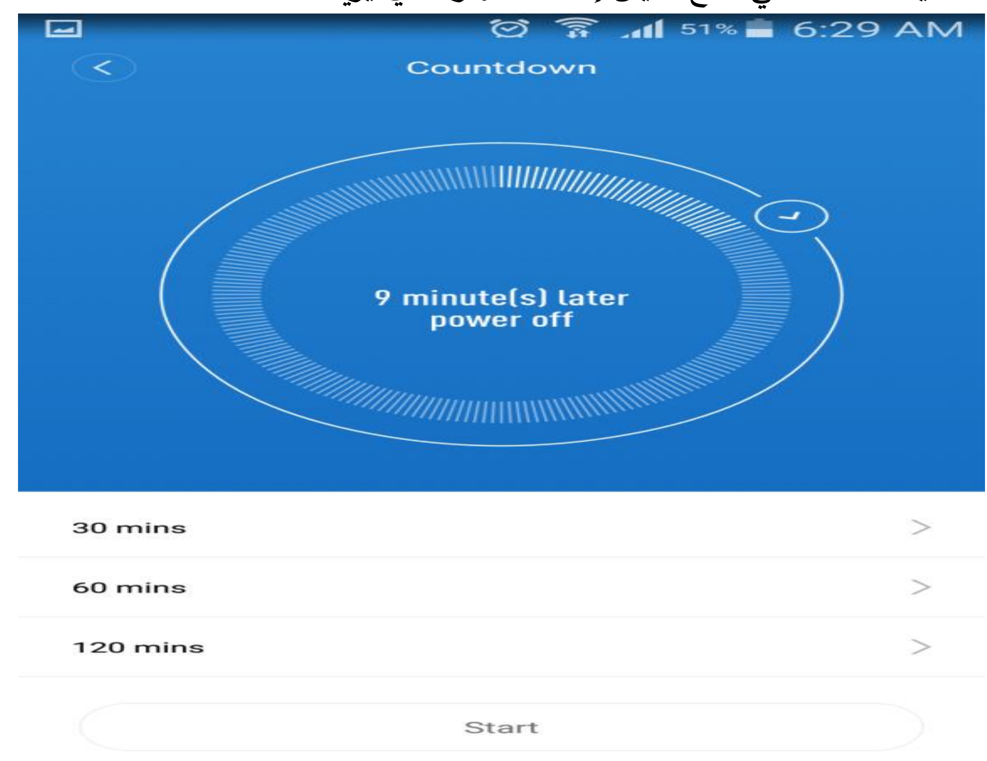




رسم توضيحي 27 : تحديد أوقات التشغيل والتوقف عن العمل

خاصية العد التنازلي للإيقاف

ورد معنا سابقا في هذا البحث بأن الأجهزة الكهربائية تقوم باستهلاك جزء قليل من الكهرباء حتى وإن كانت متوقفة عن العمل ما دامت متصلة بالكهرباء؛ لذلك وفي حال أراد أحد المستخدمين إطفاء أحد الأجهزة بعد فترة معينة من مغادرته المنزل تحقق هذه الخاصية للمستخدم مراده كأن تقوم الزوجة بتحديد وقت إطفاء الغسالة بعد نصف ساعة من مغادرتها لبيتها و ذلك ليتسنى للغسالة إنهاء عملها و تنظيف الملابس التي بداخلها، كذلك يقوم المستخدم في حالات أخرى بتشغيل خاصية العد العكسي لمنع نسيان إطفاء الجهاز الذي يريده .



رسم توضيحي 28 : خاصية العد التنازلي للإيقاف

ملخص الاستهلاك اللحظي للطاقة الكهربائية

يمكن للمستخدم من خلال هذه الخاصية أن يقوم بفحص استهلاك أي جهاز في بيته للطاقة الكهربائية وذلك من خلال شبك الجهاز الذي يريده على بالمقبس الذكي ومن ثم ومن خلال التطبيق الإلكتروني يتم تزويد المستهلك بالاستهلاك اللحظي للطاقة؛ مما يمكنه من تقدير الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية من خلال هذا الجهاز و مقارنتها مع الاستهلاك النموذجي في الأجهزة التي تؤدي نفس المهام مما يؤدي لاكتشاف أي إفراط في الاستهلاك وفي بعض الحالات إذا كان مقدار الإفراط كبير يتم استبدال الجهاز ذاته .

Instantaneous Power

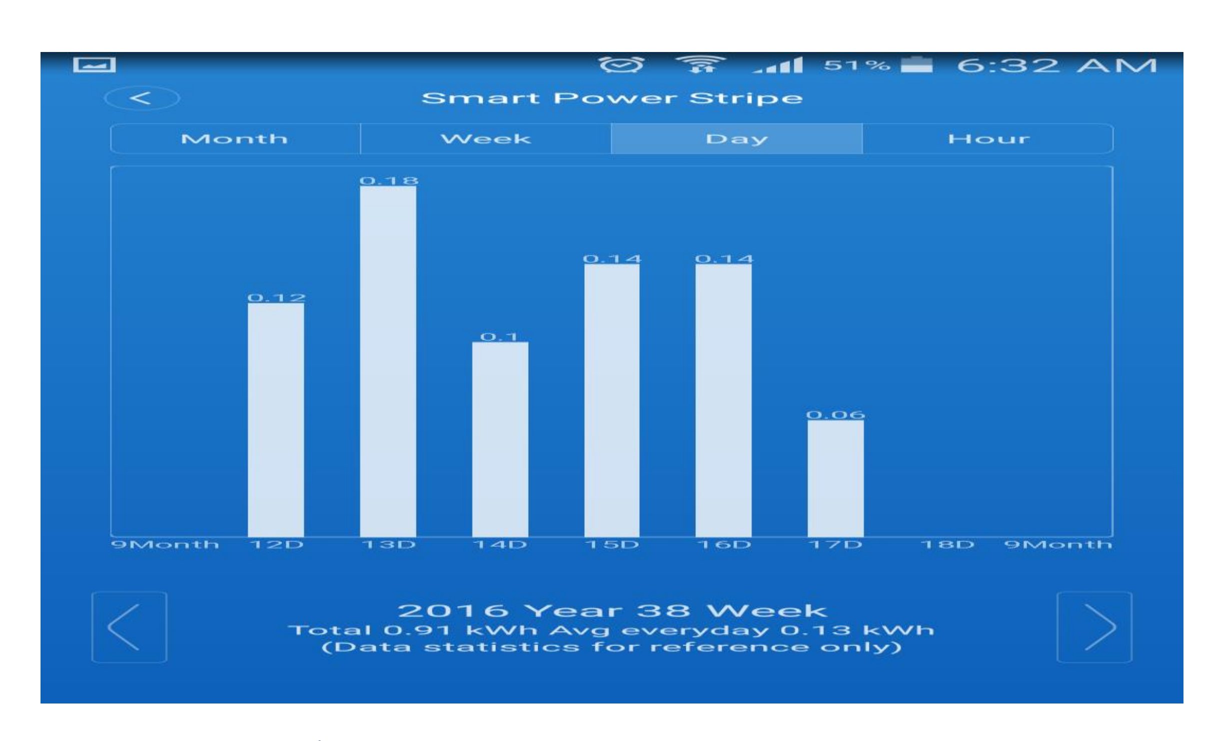
0.0 W	06:30:16
0.0 W	06:30:23
0.0 W	06:30:29
0.0 W	06:30:36
9.0 W	06:30:42
8.8 W	06:30:50
8.8 W	06:30:56
8.9 W	06:31:03
8.9 W	06:31:09

Check data every 5 seconds

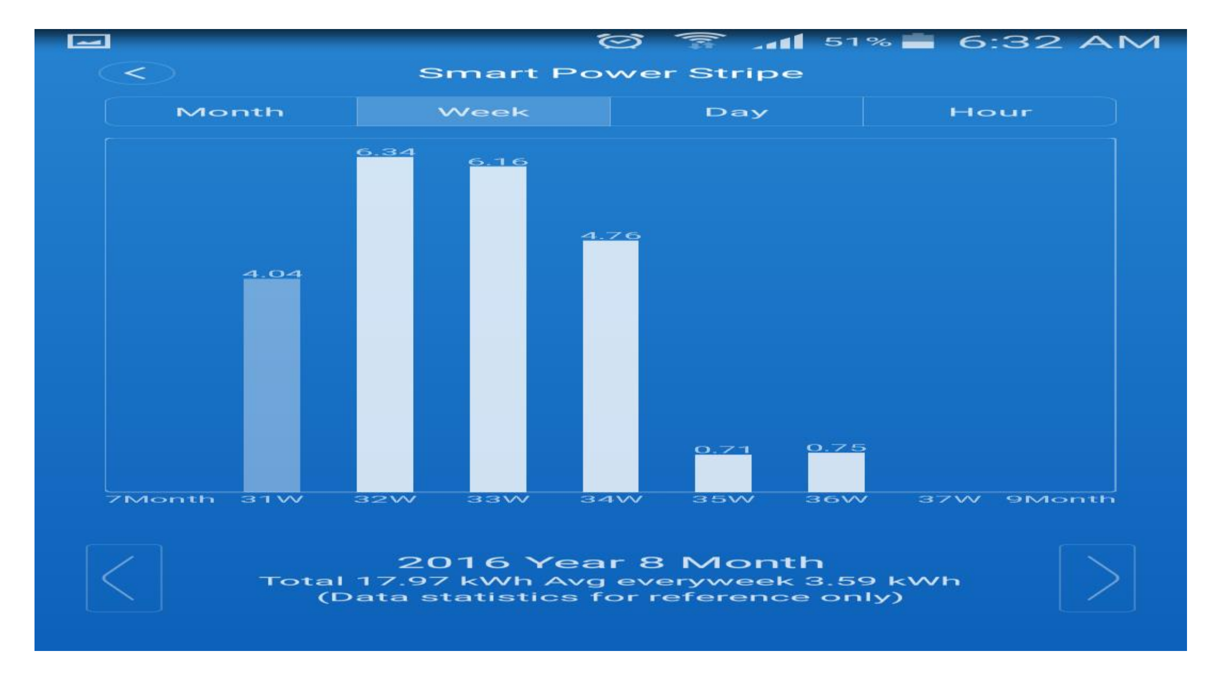
رسم توضيحي 29 : ملخص الاستهلاك اللحظي للطاقة الكهربائية

ملخص الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية

إضافة لملخص الاستهلاك اللحظي للطاقة الكهربائية الذي يدعمه التطبيق الإلكتروني فإنه يقوم أيضا بتوفير خاصية لعرض الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية ويتم هذا العرض بشكل مفصل حيث يزود التطبيق المستخدم باستهلاك الطاقة الكهربائية بشكل يومي، كذلك يدعم التطبيق إبراز معدل الاستهلاك بشكل أسبوعي حيث يقوم بفصل الاستهلاك في الليل عنه في النهار ويوضحه برسم بياني تفصيلي ، أما الخيار الأخير فيقوم بإظهار معدلات الاستهلاك بشكل شهري و تظهر الصور التوضيحية التالية معدلات الاستهلاك التي أظهرها الجهاز عند شبكه في منزلي لمدة تزيد عن الثلاثة شهور .



رسم توضيحي 30: ملخص الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية/ يومي



رسم توضيحي 31 : ملخص الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية / أسبوعي (1)



رسم توضيحي 32 : ملخص الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية / أسبوعي (2)



رسم توضيحي 33 : ملخص الاستهلاك التاريخي للطاقة الكهربائية / شهري

تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية

من المزايا الرائدة التي يمتلكها المقبس الذكي تحديد تكلفة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية خلال فترة زمنية معينة ، إذ أنه و بمجرد تحديد تكلفة استهلاك الكيلو واط فإن التطبيق يتيح للمستخدم التعرف على تكلفة استهلاكه من الطاقة الكهربائية خلال الفترة التي حددها، و بذلك يكون حافز له لتقليل الاستهلاك حال وجود إفراط في الاستهلاك من جهة، كذلك فإنه يزود المستهلك ببيانات ثانوية حول معدل الاستهلاك لمقارنتها مع الفاتورة الرسمية التي تصله من قبلة شركة تزويد الكهرباء و بذلك فإنه يقوم بمراجعة الشركة المزودة حال وجود تباين واضح بين ما يظهره التطبيق الذكي و الفواتير الرسمية .

نظام حماية الأجهزة من التلف عند انخفاض الجهد عن الحد المسموح

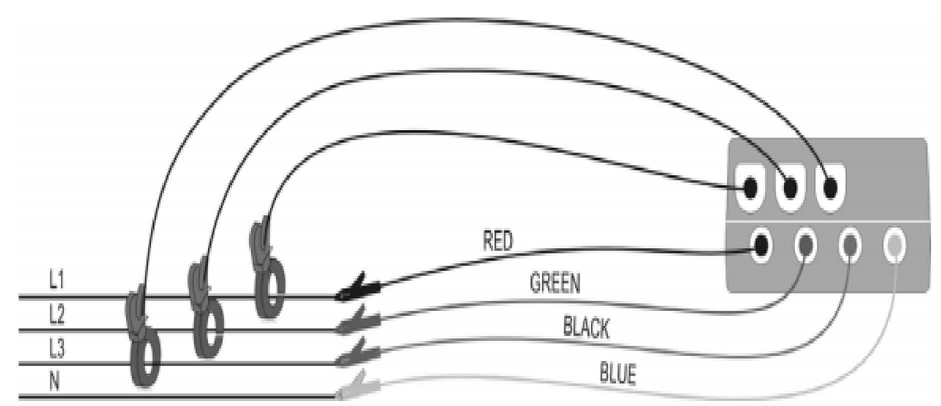
في بعض الأحيان نجد أن هناك تذبذباً في مقدار الجهد الكهربائي الواصل من قبل الشركة المزودة وهذا يعود غالباً إلى مشاكل تقنية معينة ، وهذا بدوره يؤدي إلى إتلاف الأجهزة الكهربائية إذا ما تكرر باستمرار ؛ ولهذا فقد تم تضمين نظام حماية الأجهزة من التلف عند انخفاض الجهد عن الحد

المسموح في المقبس الذكي كما تظهر الصورة التوضيحية التالية بحيث يقوم بإيقاف الجهاز عن العمل اذا ما انخفض الجهد الكهربائي عن الحد المسموح و المحدد من قبل التطبيق الالكتروني .

3. عداد VEGA 76 الذكي

آلية التثبيت

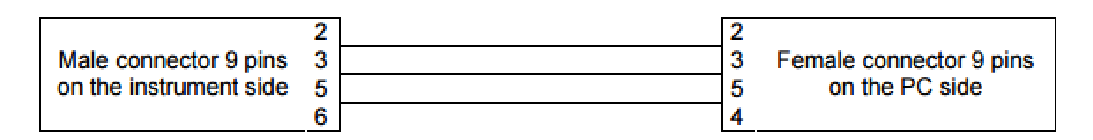
عند البحث في هيكلة شبكة الكهرباء في الحرم الجديد لجامعة النجاح تبين أن كل كلية متصلة على عداد خاص بها يتم من خلاله التحكم المركزي بهذه الشبكة و يمكن من خلاله اذا ما شبك على العداد الذكي VEGA 76 التعرف على استهلاك الطاقة في الكلية و الذي يعني بدوره عدم القدرة على شبك الجهاز على أكثر من كلية في ذات الوقت ، و عليه فقد توجب علينا اختيار مبنى من مباني الحرم الجديد من أجل التعرف على استهلاك الطاقة الكربائية فيه و بعد اجراء المقارنات وقع الاختيار على كلية الهندسة لموائمة عدد طلابها و طبيعة بنائها لأهداف البحث .
كلية الهندسة كما باقي كليات الحرم الجديد تستخدم تيار ثلاثي الأطوار (متعدد الأطوار / Three-phase electric power) و يتم شبك العداد الكهربائي على التيار ثلاثي الأطوار و رباعي الأسلاك كما هو موضح في الرسم التالي :



رسم توضيحي 34 : شبك الجهاز على تيار ثلاثي الأطوار (isurplus , 2016)

آلية العمل

بعد شبك المصدر المغذي لطاقة كلية الهندسة على العداد الذكي يتم شبك العداد على جهاز الحاسوب من أجل تحليل هذه البيانات و حصر الاستهلاك و توضيحه من خلال الجداول و الرسومات بيانية ، و يتم شبك مخارج العداد الذكي على مداخل جهاز الحاسوب بالشكل التالي :



رسم توضيحي 35 : آلية ربط العداد Vega 76 مع جهاز الحاسوب

و بهذه الصورة يتم تزويد جهاز الحاسوب بالبيانات التفصيلية لاستهلاك المبنى ، الا ان الجهاز لا يمكنه تسجيل بيانات استهلاك لفترة تتعدى 24 ساعة حيث أنه يقوم بتخزين مقدار الاستهلاك و تزويده لجهاز الحاسوب كل 5 ثواني مما يوحي بكمية البيانات الكبيرة التي يتم تخزينها خلال ال 24 ساعة ، و بعد وصول البيانات لجهاز الحاسوب يمكن للباحث اجراء التحليلات و المقارنات المختلفة باستخدام برامج التحليل التي يحتاج لانجاز أهداف بحثه .

AN-Najah National University

Facility of Graduated Studies

Economic Analysis for Electricity Consumption Using Smart Meters Model
Case Study : An-Najah University Campus

By

Ihab ‘ Mohammad Ali ‘ Abdelrahman Tantawi

Supervisor

Dr.Shaker Khalil

Co- Supervisor

Dr.Eehab Hijazi

This Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Economic Policy Management, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine.

2017

Economic Analysis for Electricity Consumption Using Smart Meters Model Case Study : An-Najah University Campus

By

Ihab ‘ Mohammad Ali ‘ Abdelrahman Tantawi

Supervisor

Dr.Shaker Khalil

Co- Supervisor

Dr.Eehab Hijazi

Abstract

The reduction of electricity consumption was and continues to be the focus of researchers for a number of reasons including reduction of the electricity invoice , regulation of consumption and environmental issues of reducing emissions which get as a result of electric power production, moreover it was not only interested to scientists that specialized in rationalizing the consumption of electricity only, but reduce power consumption became since nineties of the last century international interest which pushed all components of the community to participate in it, the reason of this interest stems primarily from two economic pillars centered around the scarcity of resources and the need to optimize the exploitation of these resources.

The process of raising awareness among users is the cornerstone of any plan aimed to reducing the consumption of electricity, so it is necessary to pay attention to those tools that can evaluate the consumption of users which highlight the excessive of electricity consumption, perhaps the most effective solutions that have been found to achieve this goal are consumption's feedback tools that obtained through smart meters.

This study provides an in-depth analysis of electric power consumption using smart cities applications and proposes solutions that cope with principles of smart cities revolution using smart meters. The thesis based on a study of An-Najah National University state. The study showed that there was a waste of electrical energy. For example the total amount of consumption resulting from consumption outside the working hours of the Faculty of Engineering amounted to 190 NIS in one day. Another pointer that display the wasting appeared clearly from the value of the consumption of external lighting for the university's buildings since it has reached about 900 thousand NIS annually and it is possible to rely on the applications of smart technology to save a large part of these amounts. The importance of this study is that it opened the door to conducting many studies that analyze the consumption of public utilities in more comprehensive and wider areas.